



(19) 대한민국특허청(KR)
(12) 공개특허공보(A)

(11) 공개번호 10-2020-0057408
(43) 공개일자 2020년05월26일

(51) 국제특허분류(Int. Cl.)
G01N 29/04 (2006.01) G01N 29/44 (2006.01)
(52) CPC특허분류
G01N 29/043 (2013.01)
G01N 29/44 (2013.01)
(21) 출원번호 10-2018-0141771
(22) 출원일자 2018년11월16일
심사청구일자 2018년11월16일

(71) 출원인
부경대학교 산학협력단
부산광역시 남구 신선로 365 (용당동,
부경대학교)
(72) 발명자
박상혁
부산광역시 남구 수영로 324 A1708
남승윤
부산광역시 동래구 미남로 132번길 72 701호
(74) 대리인
이정현

전체 청구항 수 : 총 21 항

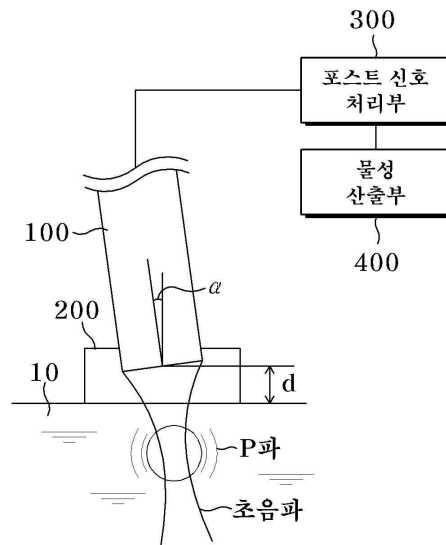
(54) 발명의 명칭 전단파를 이용하는 비파괴 방식의 조직공학용 지지체 물성측정장치 및 방법

(57) 요약

본 발명은 전단파를 이용하는 비파괴 방식의 조직공학용 지지체 물성측정장치 및 방법에 관한 것으로, 더욱 상세하게는 비파괴 방식으로 피검체인 조직공학용 지지체의 기계적 물성을 측정할 수 있고, 집속초음파의 조사각도와 피검체로부터의 이격거리를 조절하여 피검체 내로 집속초음파를 효율적으로 조사할 수 있으며, 수신된 에코신호

(뒷면에 계속)

대표도 - 도1



를 통해 피검체 고유의 이미지 프레임을 구성하고 이를 통해 전단파의 속도를 정확히 측정함에 따라 피검체의 기계적 물성의 측정정밀도를 높일 수 있고, 피검체의 기계적 물성의 크기에 따라 이미지 프레임의 커널 사이즈를 조절하여 노이즈를 효과적으로 제거할 수 있는 전단파를 이용하는 비파괴 방식의 조직공학용 지지체 물성측정장치 및 방법에 관한 것이다.

본 발명의 전단파를 이용하는 비파괴 방식의 조직공학용 지지체 물성측정장치는 피검체의 기계적 물성을 측정하기 위해 피검체 내부로 집속초음파를 발생시키거나 피검체로부터 반사된 에코신호를 수신하는 초음파 프로브와, 초음파 프로브를 피검체로부터 일정 간격으로 이격시키거나 피검체를 기준으로 초음파 프로브에서 발생하는 집속초음파가 피검체로 조사되는 각도를 조절하기 위해 초음파 프로브와 피검체 사이에 마련되는 버퍼부와, 초음파 프로브를 통해 수신된 신호를 전송받아 피검체의 기계적 물성 측정의 정확도를 높이기 위해 초음파 프로브를 통해 수신되는 신호를 처리하는 포스트 신호처리부와, 포스트 신호처리부에서 처리된 신호를 이용하여 집속초음파에 의해 피검체 내부에 유도된 전단파의 속도를 계산한 후 피검체의 기계적 물성을 산출하는 물성 산출부를 포함한다.

본 발명의 전단파를 이용하는 비파괴 방식의 조직공학용 지지체 물성측정장치 및 방법에 따르면 조직공학용 지지체에 대해 종래의 파괴적 방식이 아닌 비파괴 방식으로 기계적 물성을 측정할 수 있고, 초음파를 발생시키는 프로브를 피검체로부터 일정거리만큼 이격시키고 일정한 각도로 조사함에 따라 피검체 내부로 조사되는 초음파의 에너지를 효율적으로 전달할 수 있고, 피검체 표피 근처의 대상에 대해서도 기계적 물성을 측정할 수 있으며, 수신되는 신호를 통해 구성되는 피검체 고유의 이미지를 통해 피검체 내로 전파되는 전단파의 속도를 구함에 따라 기계적 물성 측정의 정밀도를 향상시킬 수 있고, 수신되는 신호로 구성되는 이미지 프레임의 사이즈를 조절하여 산란에 의한 노이즈 등을 효과적으로 제거할 수 있는 효과가 있다.

(52) CPC특허분류

G01N 2291/0422 (2013.01)

이 발명을 지원한 국가연구개발사업

과제고유번호 C-D-2018-0049

부처명 교육부

연구관리전문기관 해양수산과학기술진흥원

연구사업명 해양수산생명공학기술개발사업

연구과제명 해양 생물 유래 생체진단치료용 적용소재 선정 및 효능검증

기 여 율 1/1

주관기관 부경대학교

연구기간 2018.01.01 ~ 2018.12.31

명세서

청구범위

청구항 1

전단파를 이용하여 피검체의 기계적 물성을 측정하기 위한 물성측정장치에 있어서,

상기 피검체의 기계적 물성을 측정하기 위해 피검체 내부로 집속초음파를 발생시키거나 피검체로부터 반사된 에코신호를 수신하는 초음파 프로브와,

상기 초음파 프로브를 피검체로부터 일정 간격으로 이격시키거나 피검체를 기준으로 초음파 프로브에서 발생하는 집속초음파가 피검체로 조사되는 각도를 조절하기 위해 초음파 프로브와 피검체 사이에 마련되는 버퍼부와,

상기 초음파 프로브를 통해 수신된 신호를 전송받아 피검체의 기계적 물성 측정의 정확도를 높이기 위해 상기 초음파 프로브를 통해 수신되는 신호를 처리하는 포스트 신호처리부와,

상기 포스트 신호처리부에서 처리된 신호를 이용하여 상기 집속초음파에 의해 피검체 내부에 유도된 전단파의 속도를 계산한 후 피검체의 기계적 물성을 산출하는 물성 산출부를 포함하는 전단파를 이용하는 비파괴 방식의 조직공학용 지지체 물성측정장치.

청구항 2

청구항 1에서,

상기 초음파 프로브는 집속 초음파를 발생시키는 송신용 프로브와 피검체로부터 반사되는 에코신호를 수신하는 수신용 프로브가 일체화된 복수의 트랜스 듀서로 이루어진 것을 특징으로 하는 전단파를 이용하는 비파괴 방식의 조직공학용 지지체 물성측정장치.

청구항 3

청구항 1에서,

상기 버퍼부는 상부에 상기 초음파 프로브의 하단부 형상에 맞춰 형성된 프로브 수용부와 상기 초음파 프로브와 피검체 사이의 거리를 조절할 수 있는 거리조절부와 상기 초음파 프로브에서 발생하는 집속초음파의 조사 각도를 조절할 수 있는 각도조절부를 포함하여 이루어지는 것을 특징으로 하는 전단파를 이용하는 비파괴 방식의 조직공학용 지지체 물성측정장치.

청구항 4

청구항 1에서,

상기 버퍼부의 내부에는 상기 초음파 프로브에서 조사되는 집속초음파가 피검체의 표면에서 반사되어 소실되는 비율을 낮추기 위해 피검체와 밀도가 비슷한 버퍼 물질이 수용되는 수용부를 더 포함하는 것을 특징으로 하는 전단파를 이용하는 비파괴 방식의 조직공학용 지지체 물성측정장치.

청구항 5

청구항 1에서,

상기 버퍼부는 측정하려고 하는 피검체의 기계적 물성의 세기에 따라 초음파 프로브와 피검체 사이의 이격 거리 및 각도를 조절하되, 피검체의 기계적 물성이 클수록 상기 이격 거리를 줄이고 피검체를 기준으로 초음파 프로

브와의 각도를 작게하는 것을 특징으로 하는 전단파를 이용하는 비파괴 방식의 조직공학용 지지체 물성측정장치.

청구항 6

청구항 5에서,

상기 버퍼부에서 조절되는 각도는 0~10도 내에서 조절되는 것을 특징으로 하는 전단파를 이용하는 비파괴 방식의 조직공학용 지지체 물성측정장치.

청구항 7

청구항 1에서,

상기 포스트 신호처리부는 상기 초음파 프로브로부터 수신되는 신호를 처리하여 피검체의 일단면을 나타내는 이미지 프레임으로 구성하고,

상기 초음파 프로브는 집속초음파 발생 후 구성되는 이미지 프레임을 초당 1,000개 이상 수신하는 것을 특징으로 하는 전단파를 이용하는 비파괴 방식의 조직공학용 지지체 물성측정장치.

청구항 8

청구항 7에서,

상기 포스트 신호처리부는 상기 구성되는 이미지 프레임 내에서 상기 피검체 내부의 조직 구성에 유래하는 이미지 패턴을 산출하는 것을 특징으로 하는 전단파를 이용하는 비파괴 방식의 조직공학용 지지체 물성측정장치.

청구항 9

청구항 8에서,

상기 물성산출부는 상기 포스트 신호처리부로부터 산출된 해당 피검체의 이미지 패턴을 기초로 각 이미지 프레임 간의 변위를 산출하여 피검체 내의 전단파의 속도를 계산하는 것을 특징으로 하는 전단파를 이용하는 비파괴 방식의 조직공학용 지지체 물성측정장치.

청구항 10

청구항 1에서,

상기 포스트 신호처리부는 측정하고자 하는 피검체의 기계적 물성의 크기에 따라 상기 초음파 프로브로부터 수신된 신호를 통해 구성된 이미지 프레임의 윈도우 사이즈를 조절하여 측정되는 기계적 물성의 정밀도를 향상시키는 것을 특징으로 하는 전단파를 이용하는 비파괴 방식의 조직공학용 지지체 물성측정장치.

청구항 11

청구항 1에서,

상기 포스트 신호처리부는 측정하고자 하는 피검체가 단일 물질로 이루어진 경우 상기 초음파 프로브로부터 수신된 신호 중 상기 피검체의 표면에서 유도된 전단파의 속도를 산출하여 상기 물성 산출부로 전달하고 상기 물성 산출부는 표면에 유도된 전단파의 속도를 이용하여 피검체의 기계적 물성을 산출하는 것을 특징으로 하는 전단파를 이용하는 비파괴 방식의 조직공학용 지지체 물성측정장치.

청구항 12

전단파를 이용하여 피검체의 기계적 물성을 측정하기 위한 물성측정방법에 있어서,

상기 피검체의 기계적 물성을 측정하기 위해 피검체 내부로 집속초음파를 발생시키거나 피검체로부터 반사된 에코신호를 수신하는 초음파 프로브를 통해 피검체 내부로 집속초음파를 조사하거나 반사된 에코신호를 수신하는 단계;

상기 에코신호를 수신하는 단계에서 초음파 프로브를 통해 수신된 신호를 전송받아 피검체의 기계적 물성 측정의 정확도를 높이기 위해 상기 초음파 프로브를 통해 수신되는 신호를 포스트 신호처리부를 통해 처리하는 단계;

상기 포스트 신호처리부를 통해 처리된 신호를 이용하여 물성 산출부를 통해 상기 집속초음파에 의해 피검체 내부에 유도된 전단파의 속도를 계산한 후 피검체의 기계적 물성을 산출하는 단계를 포함하되,

상기 집속초음파를 조사하거나 에코신호를 수신하는 단계에서, 초음파 프로브를 피검체로부터 일정 간격으로 이격시키거나 피검체를 기준으로 초음파 프로브에서 발생하는 집속초음파가 피검체로 조사되는 각도를 조절하는 버퍼부를 통해 집속초음파가 조사되고 에코신호를 수신하는 것을 특징으로 하는 전단파를 이용하여 피검체의 기계적 물성을 측정하기 위한 물성측정방법.

청구항 13

청구항 12에서,

상기 집속초음파를 조사하거나 에코신호를 수신하는 단계에서,

상기 초음파 프로브는 집속 초음파를 발생시키는 송신용 프로브와 피검체로부터 반사되는 에코신호를 수신하는 수신용 프로브가 일체화된 복수의 트랜스 듀서로 이루어진 것을 특징으로 하는 전단파를 이용하는 비파괴 방식의 조직공학용 지지체 물성 측정방법.

청구항 14

청구항 12에서,

상기 집속초음파를 조사하거나 에코신호를 수신하는 단계에서,

상기 버퍼부를 통해 측정하려고 하는 피검체의 기계적 물성의 세기에 따라 초음파 프로브와 피검체 사이의 이격 거리 및 각도를 조절하되, 피검체의 기계적 물성이 클수록 상기 이격 거리를 줄이고 피검체를 기준으로 초음파 프로브와의 각도를 작게하는 것을 특징으로 하는 전단파를 이용하는 비파괴 방식의 조직공학용 지지체 물성 측정방법.

청구항 15

청구항 14에서,

상기 버퍼부에서 조절되는 각도는 2~4도 내에서 조절되는 것을 특징으로 하는 전단파를 이용하는 비파괴 방식의 조직공학용 지지체 물성 측정방법.

청구항 16

청구항 12에서,

상기 포스트 신호처리부를 통해 수신된 신호를 처리하는 단계에서,

상기 포스트 신호처리부는 상기 초음파 프로브로부터 수신되는 신호를 처리하여 피검체의 일단면을 나타내는 이미지 프레임으로 구성하고,

상기 집속초음파를 조사하는 단계에서 초음파 프로브는 상기 구성되는 이미지 프레임이 초당 1,000개 이상 생성 되도록 집속초음파를 발생시키는 것을 특징으로 하는 전단파를 이용하는 비파괴 방식의 조직공학용 지지체 물성 측정방법.

청구항 17

청구항 12에서,

상기 포스트 신호처리부를 통해 수신된 신호를 처리하는 단계에서,

상기 포스트 신호처리부는 상기 구성되는 이미지 프레임 내에서 상기 피검체 내부의 조직 구성에 유래하는 이미지 패턴을 산출하는 것을 특징으로 하는 전단파를 이용하는 비파괴 방식의 조직공학용 지지체 물성 측정방법.

청구항 18

청구항 17에서,

상기 물성산출부는 상기 포스트 신호처리부로부터 산출된 해당 피검체의 이미지 패턴을 기초로 각 이미지 프레임 간의 변위를 산출하여 피검체 내의 전단파의 속도를 계산하는 것을 특징으로 하는 전단파를 이용하는 비파괴 방식의 조직공학용 지지체 물성 측정장치.

청구항 19

청구항 18에서,

상기 피검체의 기계적 물성을 산출하는 단계에서,

상기 물성산출부는 상기 포스트 신호처리부로부터 산출된 해당 피검체의 이미지 패턴을 기초로 각 이미지 프레임 간의 변위를 산출하여 피검체 내의 전단파의 속도를 계산하는 것을 특징으로 하는 전단파를 이용하는 비파괴 방식의 조직공학용 지지체 물성 측정방법.

청구항 20

청구항 12에서,

상기 포스트 신호처리부를 통해 수신된 신호를 처리하는 단계에서,

상기 포스트 신호처리부는 측정하고자 하는 피검체의 기계적 물성의 크기에 따라 상기 초음파 프로브로부터 수신된 신호를 통해 구성된 이미지 프레임의 윈도우 사이즈를 조절하여 측정되는 기계적 물성의 정밀도를 향상시키는 단계를 더 포함하는 것을 특징으로 하는 전단파를 이용하는 비파괴 방식의 조직공학용 지지체 물성 측정방법.

청구항 21

청구항 12에서,

상기 포스트 신호처리부를 통해 수신된 신호를 처리하는 단계에서,

상기 포스트 신호처리부는 측정하고자 하는 피검체가 단일 물질로 이루어진 경우 상기 초음파 프로브로부터 수신된 신호 중 상기 피검체의 표면에서 유도된 전단파의 속도를 산출하여 상기 물성 산출부로 전달하고 상기 물성 산출부는 표면에 유도된 전단파의 속도를 이용하여 피검체의 기계적 물성을 산출하는 것을 특징으로 하는 전

단파를 이용하는 비파괴 방식의 조직공학용 지지체 물성 측정방법.

발명의 설명

기술 분야

[0001] 본 발명은 전단파를 이용하는 비파괴 방식의 조직공학용 지지체 물성측정장치 및 방법에 대한 것으로, 조직공학용 지지체는 질명이나 질환으로 신체가 손상된 부분을 대체하기 위해 체내로 삽입되는 구조체로 인체와의 적합성, 대체되는 조직과의 유사성, 생분해성 등 여러 가지 조건을 충족시켜야 삽입된 후 문제가 없는데 이러한 조건을 점검하기 위해서는 조직공학용 지지체의 기계적인 물성 예를 들어 shear modulus, young's modulus 등에 대한 정보가 필요하고 본 발명은 이러한 기계적인 물성을 비파괴 방식으로 측정하는 전단파를 이용하는 비파괴 방식의 조직공학용 지지체 물성측정장치 및 방법에 대한 것이다.

배경 기술

[0003] 조직공학은 질환 또는 부상으로 손실된 조직 구조와 기능을 대체하기 위해 다양한 생체재료를 활용하여 손실된 조직을 개선 및 재생시키기 위한 분야를 말한다.

[0004] 조직공학에서 손상된 조직을 대체하기 위해서 대표적으로 활용되는 지지체는 세포지지체 인데 세포지지체는 세포외기질을 대체하여 세포의 생존환경을 마련해주고 분화 등 세포의 거동을 제어할 수 있기 때문에 많은 연구가 이루어지고 있다.

[0005] 이러한 세포지지체는 세포의 거동을 제어하고 세포의 분화를 촉진하는 역할을 수행하는데 손상되어 대체할 조직의 특성에 따라 다양한 세포지지체가 활용되고 적절한 대체를 위해 세포지지체의 기계적 특성이 매우 중요하다.

[0006] 종래 이러한 세포지지체의 기계적 특성은 레오미터(rheometer)나 UTM(Universal Testing Machine : 만능시험기)를 통해 측정해왔으나 기계적 특성의 측정과정에서 세포지지체의 파괴가 일어나는 문제가 있고, 세포지지체의 경우 체내 이식 후 생물학적 영향을 지속적으로 파악할 필요가 있는데 장시간에 걸쳐 물성변화를 측정하는 것이 불가능한 문제가 있다.

[0007] 또한, 공개특허 10-2014-0020486호에 개시된 것과 같이 초음파를 이용하여 피검체의 관심영역에 탄성을 측정하기 위한 기술이 개시되어 있으나 486호에는 초음파 프로브를 이용하여 관심영역에 전단파를 유도하고 유도된 전단파의 변위를 측정하기 위해 진단용 초음파를 조사하는 방식으로 두 개의 초음파가 필요한 문제가 있고, 진단용 초음파를 정확하게 조사하지 않으면 관심영역의 탄성 측정의 정밀도가 떨어지는 문제가 있다.

발명의 내용

해결하려는 과제

[0009] 본 발명은 상기와 같은 문제점을 해결하기 위한 것으로, 비파괴 방식으로 피검체인 조직공학용 지지체의 기계적 물성을 측정할 수 있고, 집속초음파의 조사각도와 피검체로부터의 이격거리를 조절하여 피검체 내로 집속초음파를 효율적으로 조사할 수 있으며, 수신된 에코신호를 통해 피검체 고유의 이미지 프레임을 구성하고 이를 통해 전단파의 속도를 정확히 측정함에 따라 피검체의 기계적 물성의 측정정밀도를 높일 수 있고, 피검체의 기계적 물성의 크기에 따라 이미지 프레임의 커널 사이즈를 조절하여 노이즈를 효과적으로 제거할 수 있는 전단파를 이용하는 비파괴 방식의 조직공학용 지지체 물성측정장치 및 방법을 제공함에 있다.

과제의 해결 수단

[0011] 상기와 같은 목적을 달성하기 위해 본 발명의 전단파를 이용하는 비파괴 방식의 조직공학용 지지체 물성측정장치는 피검체의 기계적 물성을 측정하기 위해 피검체 내부로 집속초음파를 발생시키거나 피검체로부터 반사된 에코신호를 수신하는 초음파 프로브와, 초음파 프로브를 피검체로부터 일정 간격으로 이격시키거나 피검체를 기준

으로 초음파 프로브에서 발생하는 집속초음파가 피검체로 조사되는 각도를 조절하기 위해 초음파 프로브와 피검체 사이에 마련되는 버퍼부와, 초음파 프로브를 통해 수신된 신호를 전송받아 피검체의 기계적 물성 측정의 정확도를 높이기 위해 초음파 프로브를 통해 수신되는 신호를 처리하는 포스트 신호처리부와, 포스트 신호처리부에서 처리된 신호를 이용하여 집속초음파에 의해 피검체 내부에 유도된 전단파의 속도를 계산한 후 피검체의 기계적 물성을 산출하는 물성 산출부를 포함한다.

- [0012] 또한, 초음파 프로브는 집속 초음파를 발생시키는 송신용 프로브와 피검체로부터 반사되는 에코신호를 수신하는 수신용 프로브가 일체화된 복수의 트랜스 듀서로 이루어진 것을 특징으로 한다.
- [0013] 또한, 버퍼부는 상부에 상기 초음파 프로브의 하단부 형상에 맞춰 형성된 프로브 수용부와 상기 초음파 프로브와 피검체 사이의 거리를 조절할 수 있는 거리조절부와 초음파 프로브에서 발생하는 집속초음파의 조사 각도를 조절할 수 있는 각도조절부를 포함하여 이루어지는 것을 특징으로 한다.
- [0014] 또한, 버퍼부의 내부에는 초음파 프로브에서 조사되는 집속초음파가 피검체의 표면에서 반사되어 소실되는 비율을 낮추기 위해 피검체와 밀도가 비슷한 버퍼 물질이 수용되는 수용부를 더 포함하는 것을 특징으로 한다.
- [0015] 또한, 버퍼부는 측정하려고 하는 피검체의 기계적 물성의 세기에 따라 초음파 프로브와 피검체 사이의 이격 거리 및 각도를 조절하되, 피검체의 기계적 물성이 클수록 상기 이격 거리를 줄이고 피검체를 기준으로 초음파 프로브와의 각도를 작게하는 것을 특징으로 한다.
- [0016] 또한, 버퍼부에서 조절되는 각도는 0~10도 내에서 조절되는 것을 특징으로 한다.
- [0017] 또한, 포스트 신호처리부는 초음파 프로브로부터 수신되는 신호를 처리하여 피검체의 일단면을 나타내는 이미지 프레임으로 구성하고, 초음파 프로브는 집속초음파 발생 후 구성되는 이미지 프레임을 초당 1,000개 이상 수신하는 것을 특징으로 한다.
- [0018] 또한, 포스트 신호처리부는 구성되는 이미지 프레임 내에서 피검체 내부의 조직 구성에 유래하는 이미지 패턴을 산출하는 것을 특징으로 한다.
- [0019] 또한, 물성산출부는 포스트 신호처리부로부터 산출된 해당 피검체의 이미지 패턴을 기초로 각 이미지 프레임 간의 변위를 산출하여 피검체 내의 전단파의 속도를 계산하는 것을 특징으로 한다.
- [0020] 또한, 포스트 신호처리부는 측정하고자 하는 피검체의 기계적 물성의 크기에 따라 초음파 프로브로부터 수신된 신호를 통해 구성된 이미지 프레임의 윈도우 사이즈를 조절하여 측정되는 기계적 물성의 정밀도를 향상시키는 것을 특징으로 한다.
- [0021] 또한, 포스트 신호처리부는 측정하고자 하는 피검체가 단일 물질로 이루어진 경우 초음파 프로브로부터 수신된 신호 중 피검체의 표면에서 유도된 전단파의 속도를 산출하여 물성 산출부로 전달하고 물성 산출부는 표면에 유도된 전단파의 속도를 이용하여 피검체의 기계적 물성을 산출하는 것을 특징으로 한다.
- [0022] 또한, 상기와 같은 목적을 달성하기 위해 본 발명의 전단파를 이용하여 피검체의 기계적 물성을 측정하기 위한 물성측정방법은 피검체의 기계적 물성을 측정하기 위해 피검체 내부로 집속초음파를 발생시키거나 피검체로부터 반사된 에코신호를 수신하는 초음파 프로브를 통해 피검체 내부로 집속초음파를 조사하거나 반사된 에코신호를 수신하는 단계; 에코신호를 수신하는 단계에서 초음파 프로브를 통해 수신된 신호를 전송받아 피검체의 기계적 물성 측정의 정확도를 높이기 위해 상기 초음파 프로브를 통해 수신되는 신호를 포스트 신호처리부를 통해 처리하는 단계; 포스트 신호처리부를 통해 처리된 신호를 이용하여 물성 산출부를 통해 집속초음파에 의해 피검체 내부에 유도된 전단파의 속도를 계산한 후 피검체의 기계적 물성을 산출하는 단계를 포함하되, 집속초음파를 조사하거나 에코신호를 수신하는 단계에서, 초음파 프로브를 피검체로부터 일정 간격으로 이격시키거나 피검체를 기준으로 초음파 프로브에서 발생하는 집속초음파가 피검체로 조사되는 각도를 조절하는 버퍼부를 통해 집속초음파가 조사되고 에코신호를 수신하는 것을 특징으로 한다.
- [0023] 또한, 집속초음파를 조사하거나 에코신호를 수신하는 단계에서, 초음파 프로브는 집속 초음파를 발생시키는 송신용 프로브와 피검체로부터 반사되는 에코신호를 수신하는 수신용 프로브가 일체화된 복수의 트랜스 듀서로 이루어진 것을 특징으로 한다.
- [0024] 또한, 집속초음파를 조사하거나 에코신호를 수신하는 단계에서, 버퍼부를 통해 측정하려고 하는 피검체의 기계적 물성의 세기에 따라 초음파 프로브와 피검체 사이의 이격 거리 및 각도를 조절하되, 피검체의 기계적 물성이 클수록 상기 이격 거리를 줄이고 피검체를 기준으로 초음파 프로브와의 각도를 작게하는 것을 특징으로 한다.

- [0025] 또한, 버퍼부에서 조절되는 각도는 0~10도 내에서 조절되는 것을 특징으로 한다.
- [0026] 또한, 포스트 신호처리부를 통해 수신된 신호를 처리하는 단계에서, 포스트 신호처리부는 초음파 프로브로부터 수신되는 신호를 처리하여 피검체의 일단면을 나타내는 이미지 프레임으로 구성하고, 집속초음파를 조사하는 단계에서 초음파 프로브는 집속초음파 발생 후 구성되는 이미지 프레임을 초당 1,000개 이상 수신하는 것을 특징으로 한다.
- [0027] 또한, 포스트 신호처리부를 통해 수신된 신호를 처리하는 단계에서, 포스트 신호처리부는 구성되는 이미지 프레임 내에서 피검체 내부의 조직 구성에 유래하는 이미지 패턴을 산출하는 것을 특징으로 한다.
- [0028] 또한, 물성산출부는 포스트 신호처리부로부터 산출된 해당 피검체의 이미지 패턴을 기초로 각 이미지 프레임 간의 변위를 산출하여 피검체 내의 전단파의 속도를 계산하는 것을 특징으로 한다.
- [0029] 또한, 피검체의 기계적 물성을 산출하는 단계에서, 물성산출부는 포스트 신호처리부로부터 산출된 해당 피검체의 이미지 패턴을 기초로 각 이미지 프레임 간의 변위를 산출하여 피검체 내의 전단파의 속도를 계산하는 것을 특징으로 한다.
- [0030] 또한, 포스트 신호처리부를 통해 수신된 신호를 처리하는 단계에서, 포스트 신호처리부는 측정하고자 하는 피검체의 기계적 물성의 크기에 따라 상기 초음파 프로브로부터 수신된 신호를 통해 구성된 이미지 프레임의 윈도우 사이즈를 조절하여 측정되는 기계적 물성의 정밀도를 향상시키는 단계를 더 포함하는 것을 특징으로 한다.
- [0031] 또한, 포스트 신호처리부를 통해 수신된 신호를 처리하는 단계에서, 포스트 신호처리부는 측정하고자 하는 피검체가 단일 물질로 이루어진 경우 상기 초음파 프로브로부터 수신된 신호 중 상기 피검체의 표면에서 유도된 전단파의 속도를 산출하여 물성 산출부로 전달하고 물성 산출부는 표면에 유도된 전단파의 속도를 이용하여 피검체의 기계적 물성을 산출하는 것을 특징으로 한다.

발명의 효과

- [0033] 이상과 같은 구성의 본 발명은 조직공학용 지지체에 대해 종래의 파괴적 방식이 아닌 비파괴 방식으로 기계적 물성을 측정할 수 있다.
- [0034] 또한, 초음파를 발생시키는 프로브를 피검체로부터 일정거리만큼 이격시키고 일정한 각도로 조사함에 따라 피검체 내부로 조사되는 초음파의 에너지를 효율적으로 전달할 수 있고, 피검체 표피 근처의 대상에 대해서도 기계적 물성을 측정할 수 있는 효과가 있다.
- [0035] 또한, 수신되는 신호를 통해 구성되는 피검체 고유의 이미지를 통해 피검체 내로 전파되는 전단파의 속도를 구함에 따라 기계적 물성 측정의 정밀도를 향상시킬 수 있는 효과가 있다.
- [0036] 또한, 수신되는 신호로 구성되는 이미지 프레임의 사이즈를 조절하여 산란에 의한 노이즈 등을 효과적으로 제거할 수 있는 효과가 있다.

도면의 간단한 설명

- [0038] 도 1은 본 발명의 일실시예에 따른 전단파를 이용하는 비파괴 방식의 조직공학용 지지체 물성측정장치의 개략적인 블록도이고,
- 도 2는 본 발명의 물성측정장치의 버퍼부를 통해 집속초음파의 초점이 형성되는 과정을 나타낸 도면이고,
- 도 3은 본 발명의 물성측정장치의 버퍼부의 세부 구성을 나타낸 도면이고,
- 도 4는 본 발명의 물성측정장치의 포스트 신호처리부에서 전단파의 이동변위를 측정하는 과정을 나타낸 도면이고,
- 도 5는 본 발명의 물성측정장치의 포스트 신호처리부에서 이미지 프레임의 윈도우 사이즈 조절에 따른 측정치의 정밀도를 나타낸 도면이고,
- 도 6은 본 발명의 일실시예에 따른 전단파를 이용하는 비파괴 방식의 조직공학용 지지체 물성 측정방법의 순서

도이다.

발명을 실시하기 위한 구체적인 내용

- [0039] 이하에서 도면을 참조하여 본 발명에 따른 진단파를 이용하는 비파괴 방식의 조직공학용 지지체 물성측정장치 및 방법에 대해 상세히 설명한다.
- [0040] 도 1은 본 발명의 일실시예에 따른 진단파를 이용하는 비파괴 방식의 조직공학용 지지체 물성측정장치의 개략적인 블록도이다.
- [0041] 본 발명은 조직공학에 활용되는 지지체, 특히 세포지지체의 기계적 물성을 비파괴방식으로 측정하기 위한 물성 측정장치에 대한 것이다.
- [0042] 조직공학용 지지체는 질병, 질환이나 부상에 의해 조직 일부 또는 전부가 손실된 경우 이를 대체하기 위한 조직으로 통상 체내에 삽입되기 때문에 생체적합성, 생분해성 및 세포의 분화, 거동을 제어하기 때문에 지지체의 물성을 측정하는 것이 매우 중요하다. 종래에는 조직공학용 지지체의 물성 특히 shear modulus, young's modulus 등 기계적 물성을 측정하기 위해 레오미터(rheometer)와 같은 고가의 장비를 활용하여 측정하거나 초음파를 이용하여 비파괴 방식으로 측정하기도 했지만 레오미터는 유연성을 이용하여 피검체(10)의 응력, 변형력을 측정하는 장치인데 측정을 위해 피검체(10)인 지지체의 온도를 조절하여야 하고 응력, 변형력의 측정을 위해 외력을 가해야 하는 등 지지체를 파괴하는 과정을 수반하게 될 뿐만 아니라 측정설비 자체가 고가인 문제가 있다. 또한, 초음파를 이용한 측정방식에서는 지지체 내부에 진단파를 유도하기 위한 초음파와 유도된 진단파를 측정하기 위한 진단용 초음파를 사용하여야 하므로 측정과정 자체가 복잡하고 측정을 위한 진단용 초음파를 측정하고자 하는 지지체 내부에 정밀하게 맞춰야 하므로 측정과정이 복잡하고 측정값의 정밀도가 떨어지는 문제가 있다.
- [0043] 본 발명의 물성측정장치는 이러한 문제점을 해결하기 위한 것으로 집속초음파의 송신 및 에코신호의 수신을 하나의 프로브로 수행할 수 있고, 피검체(10) 내부로 집속초음파를 전달하여 진단파를 효율적으로 유도할 수 있으며, 다양한 노이즈 및 왜곡신호를 제거하여 측정의 정밀도를 높일 수 있고, 피검체(10)의 강도에 따라 수신되는 신호를 사후 처리하여 측정의 정확도를 향상시킬 수 있는 진단파를 이용하는 비파괴 방식의 조직공학용 지지체 물성측정장치에 대한 것이다.
- [0044] 본 발명의 물성측정장치는 피검체(10), 특히 조직공학용 지지체의 기계적 물성을 비파괴 방식으로 측정하기 위해 집속초음파를 측정하고자 하는 피검체(10) 내부의 관심영역으로 조사하거나 피검체(10) 내부에서 반사된 에코신호를 수신하는 초음파 프로브(100)와 초음파 프로브(100)에서 집속초음파를 피검체(10) 내부로 조사하거나 에코신호를 수신할 때 표면에서의 반사도를 낮춰 에너지 전달의 효율성을 높이고 근거리장효과를 피하기 위해 피검체(10) 표면으로부터 초음파 프로브(100)를 일정 거리만큼 이격시키고 집속초음파의 조사각도를 조절하기 위한 버퍼부(200)와 초음파 프로브(100)를 통해 수신되는 신호를 전달받아 피검체(10) 내부의 단면 이미지 프레임 구성하고 이미지 프레임을 구성하기 위한 수신된 신호의 커널의 크기를 조절하거나 이미지 프레임의 변위의 범위를 조절하거나 수신되는 신호의 시간간격을 조절하는 등 피검체(10)의 측정 정밀도를 향상시키기 위해 수신된 신호를 처리하는 포스트 신호처리부(300)와 포스트 신호처리부(300)에서 처리된 신호를 전달받아 집속초음파에 의해 유도된 진단파의 속도를 계산한 후 이를 통해 피검체(10)의 기계적 물성을 산출하는 물성 산출부(400)를 포함하여 이루어진다.
- [0045] 본 발명의 초음파 프로브(100)는 피검체(10) 내부로 집속초음파를 조사하거나 조사된 초음파 또는 초음파에 의해 유도된 진단파에 의해 피검체(10) 내부에서 반사된 에코신호를 수신하여 전기적인 신호를 변환하는 구성이다.
- [0046] 초음파는 가청주파수를 넘는 주파수를 가진 음파의 일종으로 통상적으로는 수정 등에 교류전압을 걸면 진동을 하게 되고 그 진동에 의해 초음파가 발생하게 된다. 최근에는 압전효과에 기초한 압전소자를 이용하여 초음파의 발생뿐만 아니라 초음파를 수신하여 이를 전기적인 신호로 변환하는 초음파 트랜스듀서가 많이 활용된다.
- [0047] 본 발명의 물성측정장치는 피검체(10) 내부에 집속초음파를 피검체(10) 내부로 조사하고 조사된 집속초음파의 초점 근처에서 유도되는 진단파의 전파속도가 피검체(10) 내부의 기계적인 물성에 따라 달라지는 원리를 이용하여 유도된 진단파의 속도를 측정함으로써 피검체(10) 내부의 기계적 물성을 측정하는 장치이다. 이를 위해 본 발명의 초음파 프로브(100)는 진단파를 발생시키기 위한 푸싱펄스(pushing pulse)와 이미징을 위한 이미징 펄스(imaging pulse)로 모드를 달리하여 초음파를 발생시키는 것이 보통이다. 또한, 통상적으로 진단파의 속도가 매

우 빠르고(인체 내에서 평균속도 : 1,540m/s) 피검체(10)의 크기가 작을 수도 있기 때문에 이미징을 위한 이미징 펄스는 초당 1,000프레임 이상으로 피검체(10) 내부에 조사되는 것이 바람직하다.

[0048] 본 발명의 버퍼부(200)는 집속초음파를 피검체(10)로 조사하는 초음파 프로브(100)를 피검체(10)의 표면으로부터 일정 거리만큼 이격시키거나 초음파의 조사 각도를 조절하는 구성이다.

[0049] 이를 위해서는 피검체(10) 내부로 기계적 물성의 측정을 원하는 위치에 초음파를 집속시킬 필요가 있는데 밀도의 차이에 의해 표면에서 상당부분의 초음파가 반사되거나 근거리장 효과(near field effect)에 의해 피검체(10) 표면 부근에는 초음파를 집속시킬 수 없는 문제가 있다.

[0050] 도 2를 참조하여 이를 보다 상세히 설명하면 도 2의 왼쪽은 초음파 프로브(100)를 피검체(10)의 표면에 밀착시켰을 때 피검체(10) 내부에 F의 초점거리로 집속초음파가 집속되는 것을 나타내는데 초점거리 F를 짧게 하여 피검체(10) 표면 근처에 초점이 생기도록 할 수도 있지만 초음파도 파동이고 파동의 경우 파동원과 가까운 범위 즉, 근거리장에서는 에너지의 감쇄가 심하고 구형파면의 형태로서 장의 변화가 심해 매질에 대한 정보를 얻을 수가 없어 측정이 어려운 문제가 있다.

[0051] 이러한 문제를 해결하기 위해 본 발명의 버퍼부(200)는 도 2의 오른쪽 그림과 같이 피검체(10) 표면으로부터 초음파 프로브(100)를 일정 간격만큼 이격시켜 지속되는 부분(0)을 Δd 만큼 표면쪽으로 이동시키고 초음파 프로브(100)의 각도(α)를 조절하는 기능을 수행한다. 이를 통해 근거리장 효과를 피하고 반사율을 줄여 피검체(10) 내부로의 초음파 집속의 효율성을 높일 수 있는 효과가 있다. 다만, 피검체(10)로부터 일정간격 이격되어 있기 때문에 초음파가 피검체(10) 내부로 조사될 때 매질의 차이 때문에 반사율이 높아지는 것을 피할 수는 없는데 이러한 문제를 해결하기 위해 버퍼부(200) 내부에 피검체(10)와 밀도가 비슷한 버퍼 물질을 수용하는 수용부(240)를 마련하는 것이 바람직하다.

[0052] 도 3을 참조하여 버퍼부(200) 구성의 일례를 설명하면 초음파 프로브(100)를 견고하게 수용하기 위해 초음파 프로브(100)의 하단 외형과 동일한 외형으로 버퍼부(200)의 상부에 마련되는 프로브 수용부(210)와 초음파 프로브(100)의 조사 각도를 조절하기 위해 프로브 수용부(210)의 각도를 조절하는 각도조절부(230)와 초음파 프로브(100)와 피검체(10) 표면사이의 거리를 조절하기 위한 거리조절부(220)를 포함하여 구성되는 것이 바람직하다. 버퍼 물질을 수용하는 수용부(240)는 초음파 프로브(100)에서 조사되는 집속초음파의 조사 경로상에 마련되는 것이 바람직하다.

[0053] 초음파 프로브(100)에서 조사되는 집속초음파의 효율을 높이기 위해 피검체(10)의 대략적인 물성에 따라 표면과의 거리(d) 및 각도(α)와 버퍼 물질의 종류를 달리할 필요가 있는데 버퍼 물질은 피검체(10)와 밀도가 유사하고 초음파의 전파효율이 좋은 물질을 선택하는 것이 바람직하고 피검체(10)의 기계적 강도가 높을수록 집속효율을 높이기 위해 각도를 피검체(10) 표면 법선과의 각도를 줄여 직각에 가깝게 조사되도록 하는 것이 바람직하고 이격거리는 작게 하는 것이 바람직하다. 다만, 조사 각도는 0~10도 내로 유지하는 것이 반사율 및 집속도 측면에서 바람직하다. 너무 각도를 많이 하면 집속효율이 떨어지고 각도를 작게 하면 반사도가 커지기 때문이다. 피검체(10)에 따라서는 집속효율을 극대화하기 위해서는 피검체(10)에 수직으로 조사하여 기계적 물성을 측정할 수도 있다.

[0054] 본 발명의 포스트 신호처리부(300)는 초음파 프로브(100)로부터 수신된 신호를 적절하게 처리하여 피검체(10)의 기계적 물성 측정의 정밀도를 높이는 구성이다. 포스트 신호처리부(300)는 피검체(10)로 조사되는 초음파는 피검체(10) 내부의 밀도 구성 즉, 매질 차이에 의해 반사되는 에코신호가 발생하게 되는데 이러한 에코신호를 기초로 피검체(10) 내부의 단면 이미지 프레임의 구성한다. 피검체(10) 내부는 마치 사람의 지문과 같이 내부의 조직구성이 다르기 때문에 에코신호로 구성되는 이미지 프레임의 산란 패턴에 차이가 있는데 포스트 신호처리부(300)는 이러한 패턴을 분석한 후 독특한 산란 패턴을 기준으로 하여 변위를 산출한 후 집속초음파에 의해 피검체(10) 내부에 유도된 전단파의 속도를 계산할 수 있게 된다. 이러한 피검체(10) 특유의 독특한 산란 패턴을 기준으로 하여 변위를 산출함에 따라 전단파의 속도를 매우 정확하게 계산할 수 있는 효과가 있다. 도 4에는 이러한 산란 패턴이 전단파의 전파에 따라 변위가 발생하는 것을 도시하고 있는데 오른쪽으로 전파되는 전단파가 피검체(10) 특유의 산란 패턴을 비교하여 변위가 D1, D2로 변화되는 것이 도시되어 있다. 이러한 공간적으로 검출된 변위를 시간적으로 재분석하여 전단파의 속도를 측정하게 된다.

[0055] 또한, 포스트 신호처리부(300)는 수집된 에코신호의 신호처리 시 커널의 사이즈, 이미지 프레임의 변위 폭 및 에코신호의 수집시간 등을 조절하여 노이즈를 제거하고 피검체(10)의 기계적 물성에 기초한 신호만을 선별할 수 있고 이를 통해 측정의 정밀도를 향상시킬 수 있다.

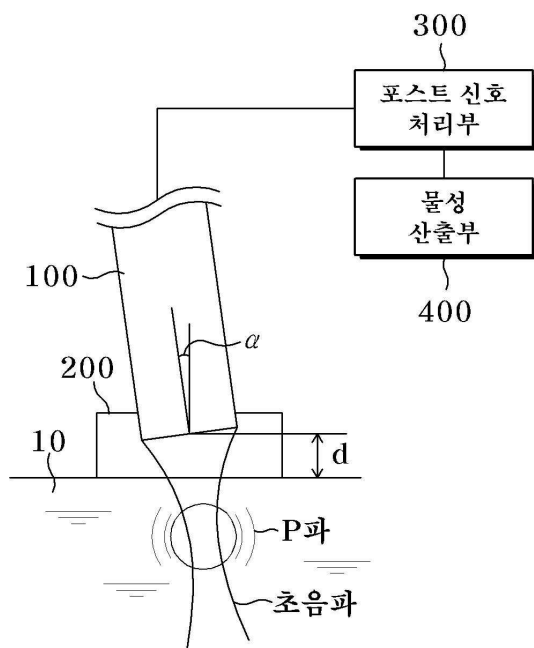
- [0056] 도 5는 커널 사이즈 즉, 윈도우 사이즈를 조절할 때 산출되는 shear modulus 값을 도시한 그래프로 왼쪽과 오른쪽으로 전파되는 전단파와 산출되는 기계적 물성값을 도시한 그래프이다. 커널 사이즈가 너무 작으면 노이즈는 줄어드나 계산 시 고려되는 산란 패턴의 샘플이 부족하여 측정 정확도가 떨어지며 반대로 커널 사이즈가 너무 크면 피검체의 기계적 물성 측정에 노이즈가 증가하게 된다.
- [0057] 또한, 본 발명의 포스트 신호처리부(300)는 종래 강도가 높은 노이즈로 기계적 물성 측정에 도움이 되지 않다고 판단되었던 피검체(10) 표면에서 유도되는 표면 전단파도 기계적 물성 측정에 활용한다. 즉, 피검체(10) 내부의 관심영역에 대한 물성측정이 아니라 조직공학용 지지체 자체를 체내에 삽입하기 전에 측정할 경우 지지체 내부에 초음파를 집속하여 측정하기는 하지만 이런 경우 지지체만으로 이루어져서 집속된 초음파에 의한 전단파와 표면에 유도된 전단파가 매우 높은 상관도를 가지고 있으므로 표면에 유도된 전단파를 통해서도 지지체의 기계적 물성을 높은 정밀도를 측정할 수 있게 된다. 따라서 이런 경우 포스트 신호처리부(300)는 커널의 사이즈, 이미지 프레임의 변위폭 등을 조절하여 표면에 유도된 전단파에 포커스를 맞춰 측정하면 표면에 유도된 전단파의 속도를 매우 높은 정밀도로 측정할 수 있고 내부에 유도된 전단파와의 상관도를 이용하여 지지체의 기계적 물성을 계산할 수 있게 된다.
- [0058] 본 발명의 물성 산출부(400)는 포스트 신호처리부(300)에서 구성된 이미지 프레임, 피검체(10) 특유의 패턴을 기준으로 한 전단파의 시간에 따른 변위를 이용하여 전단파의 속도를 구하고 이를 이용하여 피검체(10)의 전단 탄성계수는 전단파속도의 제곱에 밀도를 곱하여 산출한다.
- [0059] 도 6은 전단파를 이용하는 비파괴 방식의 조직공학용 지지체 물성측정방법의 순서도에 대한 것인데 앞서 측정장치와 중복되는 설명은 생략한다.
- [0060] 본 발명의 전단파를 이용하는 비파괴 방식의 조직공학용 지지체 물성측정방법은 우선 측정하고자 하는 피검체(10)의 내부로 집속초음파를 조사하거나 피검체(10) 내부에서 반사되는 에코신호를 수신한다.(S100) 다만, 피검체(10) 내부로 집속되는 초음파의 효율을 높이기 위해 버퍼부(200)를 통해 피검체(10) 표면과의 이격거리(d) 및 각도(α)를 조절한다. 집속초음파를 조사한 후 수신된 에코신호는 측정의 정밀도를 높이기 위해 포스트 신호처리부(300)를 통해 처리한다.(S110) 포스트 신호처리부(300)에서 처리된 신호를 이용하여 물성 산출부(400)는 피검체(10)의 기계적 물성을 특정한다.(S120)

부호의 설명

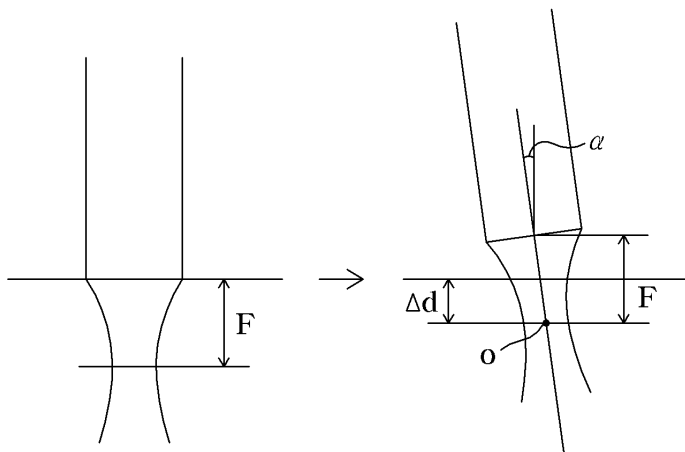
- [0062] 초음파 프로브 : 100 버퍼부 : 200
포스트 신호처리부 : 300 물성 산출부 : 400

도면

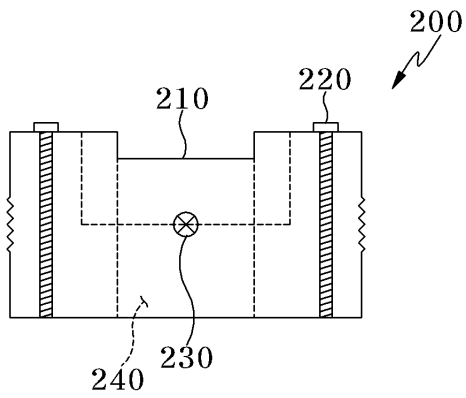
도면1



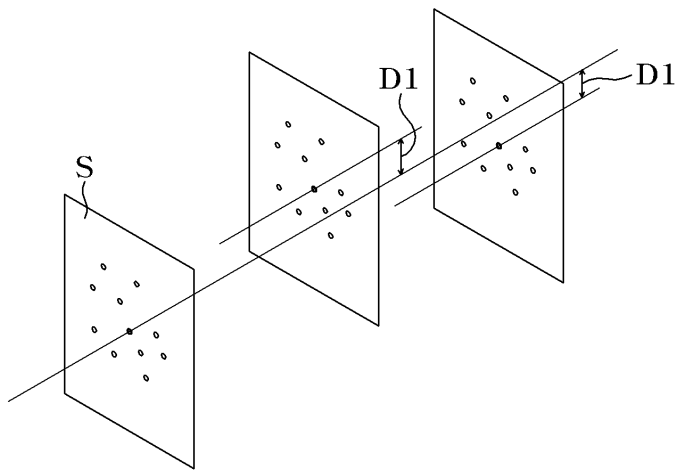
도면2



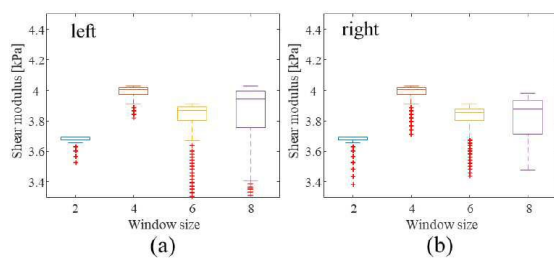
도면3



도면4



도면5



도면6

