



(19) 대한민국특허청(KR)
(12) 공개특허공보(A)

(11) 공개번호 10-2019-0089430
(43) 공개일자 2019년07월31일

(51) 국제특허분류(Int. Cl.)
A61B 8/08 (2006.01) *A61B 8/00* (2006.01)

(71) 출원인
김혜연
서울특별시 서초구 신반포로15길 19, 102동2104
호(반포동, 아크로리버파크)

(52) CPC 특허분류
A61B 8/08 (2013.01)
A61B 8/06 (2013.01)

(21) 출원번호 10-2018-0007896

(22) 출원일자 2018년01월22일

심사청구일자 2018년01월22일

(72) **발명자**
김혜연
서울특별시 서초구 신반포로15길 19, 102동2104
호(반포동, 아크로리버파크)

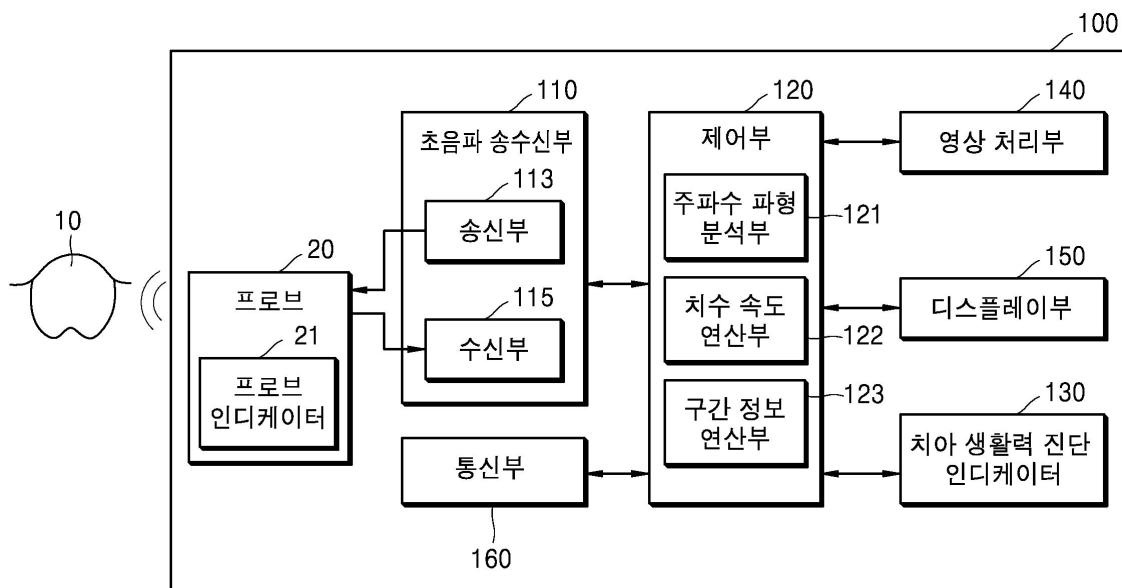
전체 청구항 수 : 총 13 항

(54) 발명의 명칭 **초음파 프로브를 포함하는 치수 생활력 진단 시스템 및 진단 방법**

(57) 요약

본 개시에 따른 치수 혈류 측정 및 생활력 진단 시스템은, 초음파를 치아로 송신하는 송신부, 초음파를 수신하는 수신부, 및 검사대상 치아의 치경부와 직접 접촉하여 초음파를 전달하는 접촉부를 포함하는 초음파 프로브와 상기 초음파 프로브로부터 전달받은 초음파 데이터를 처리하는 제어부 및 상기 제어부의 제어에 따라, 초음파 데이터의 처리결과를 디스플레이하는 디스플레이부를 포함한다.

대 표 도



(52) CPC특허분류

A61B 8/461 (2013.01)

A61B 8/5207 (2013.01)

A61B 8/54 (2013.01)

A61B 8/56 (2013.01)

명세서

청구범위

청구항 1

초음파를 이용하여 치수를 진단하는 치수 생활력 진단 시스템에 있어서,

15MHz 내지 25MHz의 초음파를 검사대상 치아로 송신하는 송신부, 검사대상 치아로부터 반사되는 초음파를 수신하는 수신부, 및 검사대상 치아의 치경부와 직접 접촉하여 초음파를 전달하는 접촉부를 포함하는 초음파 프로브;

상기 초음파 프로브로부터 전달받은 초음파 데이터를 처리하는 제어부; 및

상기 제어부의 제어에 따라, 초음파 데이터의 처리결과를 디스플레이하는 디스플레이부;를 포함하는 치수 생활력 진단 시스템.

청구항 2

제1 항에 있어서,

상기 제어부는, 상기 초음파 프로브로부터 전달받은 초음파 데이터의 주파수 과형을 분석하여 치수 상태를 판별하는 주파수 과형 분석부를 포함하고,

상기 치수 생활력 진단 시스템은, 상기 주파수 과형 분석부에서 판별된 치수 상태에 따라 치수 상태를 표시하는 치아 생활력 진단 인디케이터;를 더 포함하는 치수 생활력 진단 시스템.

청구항 3

제2 항에 있어서,

상기 치수 생활력 진단 시스템은, 외부 장치와 통신하는 통신부;를 더 포함하고,

상기 주파수 과형 분석부는 상기 통신부로부터 전달받은 치수 상태 판별 데이터를 기반으로 치수 상태를 판별하는 치수 생활력 진단 시스템.

청구항 4

제1 항에 있어서,

상기 제어부는, 상기 초음파 프로브로부터 전달받은 초음파 데이터를 초음파 도플러 진단법(Ultrasound Doppler Flowmetry)을 적용하여 치수의 혈류 속도를 도출하는 치수 속도 연산부를 포함하고,

상기 디스플레이부는 상기 제어부의 제어에 따라 상기 치수의 혈류 속도를 디스플레이하는 치수 생활력 진단 시스템.

청구항 5

제4 항에 있어서,

상기 제어부는, 상기 치수 속도 연산부에서 도출된 치수의 혈류 속도를 일정 구간으로 통계처리 하여 구간 정보를 도출하는 구간 정보 연산부를 더 포함하고,

상기 디스플레이부는 상기 제어부의 제어에 따라 상기 구간 정보를 디스플레이하는 치수 생활력 진단 시스템.

청구항 6

제1 항에 있어서,

상기 제어부에서 처리된 초음파 데이터의 처리결과를 저장하는 저장부;를 더 포함하는 치수 생활력 진단 시스템.

청구항 7

제1 항에 있어서,

상기 초음파 프로브는, 상기 접촉부의 접촉 상태 또는 상기 수신부의 수신 상태를 기반으로 측정 가능 여부를 알려주는 프로브 인디케이터를 더 포함하는 치수 생활력 진단 시스템.

청구항 8

제1 항에 있어서,

상기 송신부가 송신하는 초음파의 주파수 대역을 조절하는 주파수 조절부;를 더 포함하는 치수 생활력 진단 시스템.

청구항 9

초음파를 이용하여 치수를 진단하는 치수 생활력 진단 방법에 있어서,

초음파 프로브의 접촉부를 검사 대상 치아의 노출된 치경부의 하단부에 접촉시키는 단계;

15Mhz 내지 25Mhz의 주파수로 초음파 프로브를 구동하는 단계;

프로브 인디케이터가 측정 가능 상태를 알릴때까지, 초음파 프로브의 접촉부의 위치를 조정하는 단계;

프로브 인디케이터가 측정 완료 상태를 알릴때까지, 검사 대상 치아의 주파수 정보를 측정하는 단계; 및

상기 주파수 정보를 바탕으로 치수 생활력 진단을 수행하는 단계;를 포함하는 치수 생활력 진단 방법.

청구항 10

제9 항에 있어서,

상기 치수 생활력 진단을 수행하는 단계는, 상기 도출된 주파수 정보를 바탕으로 치수 상태를 판별하여, 치아 생활력 진단 인디케이터를 구동하는 단계를 포함하는 치수 생활력 진단 방법.

청구항 11

제9 항에 있어서,

상기 치수 생활력 진단을 수행하는 단계는, 상기 도출된 주파수 정보를 바탕으로 초음파 도플러 진단법을 적용하여 실시간 치수 속도를 도출하는 단계를 포함하는 치수 생활력 진단 방법.

청구항 12

제11 항에 있어서,

상기 치수 생활력 진단을 수행하는 단계는, 상기 도출된 실시간 치수 정보를 구간 단위로 통계처리하여 치수 구간 정보를 도출하는 단계를 더 포함하는 치수 생활력 진단 방법.

청구항 13

제12 항에 있어서,

상기 치수 구간 정보는 수축기시의 최대 속도, 수축기시의 평균속도, 이완기시의 최저속도, 수축기시의 최대부피, 수축기시의 평균부피 중 적어도 하나를 포함하는 치수 생활력 진단 방법.

발명의 설명**기술 분야**

[0001] 본 개시는 초음파 프로브를 포함하는 치수 혈류 측정, 치수 생활력 진단 시스템 및 진단 방법에 관한 것이다.

배경 기술

[0002] 초음파 진단 시스템은 프로브(probe)의 트랜스듀서(transducer)로부터 생성되는 초음파 신호를 대상체로 조사하고, 대상체로부터 반사된 신호의 정보를 수신하여 대상체 내부의 부위(예를 들면, 연조직 또는 혈류)에 대한 적어도 하나의 영상을 얻는다.

[0003] 초음파 진단 시스템은 주로 장기의 운동이나 태아를 확인하기 위해 이용되어 왔으며, 실시간 영상을 확보할 수 있다. 반면, 치수 생활력(Dental Pulp Vitality)을 진단하고 치수의 생활력을 진단하는데 있어서는 종래 열 검사법(Thermal Test; Cold/Hot test)이나 전기치수 검사법(Electric pulp test; EPT)이 이용되었다. 열 검사법이나 전기치수 검사법은 신뢰성 및 재현성에 한계가 있으며, 외부 요인에 민감하여 정밀한 검사 결과를 얻기 힘든 단점이 있었다. 이를 극복하기 위하여, 레이저 도플러 검사법(Laser Doppler Flowmetry) 나 맥박산소측정법(Pulp oximetry)를 치수 검진에 이용하려는 시도가 있었으나 임상 적용 상의 난점 및 부정확성으로 인해 임상적으로는 이용되지 못하고 있다.

발명의 내용

해결하려는 과제

[0004] 본 개시는 초음파 프로브를 포함하는 치수 혈류 측정, 치수 생활력 진단 시스템 및 진단 방법에 관한 것을 제공하고자 한다.

과제의 해결 수단

[0005] 일 개시에 따른, 초음파를 이용하여 치수를 진단하는 치수 생활력 진단 시스템은, 15MHz 내지 25MHz의 초음파를 검사대상 치아로 송신하는 송신부, 검사대상 치아로부터 반사되는 초음파를 수신하는 수신부, 및 검사대상 치아의 치경부와 직접 접촉하여 초음파를 전달하는 접촉부를 포함하는 초음파 프로브; 상기 초음파 프로브로부터 전달받은 초음파 데이터를 처리하는 제어부; 및 상기 제어부의 제어에 따라, 초음파 데이터의 처리결과를 디스플레이하는 디스플레이부;를 포함한다.

[0006] 상기 제어부는, 상기 초음파 프로브로부터 전달받은 초음파 데이터의 주파수 과형을 분석하여 치수 상태를 판별하는 주파수 과형 분석부를 포함하고, 상기 치수 생활력 진단 시스템은, 상기 주파수 과형 분석부에서 판별된 치수 상태에 따라 치수 상태를 표시하는 치아 생활력 진단 인디케이터;를 더 포함할 수 있다.

[0007] 상기 치수 생활력 진단 시스템은, 외부 장치와 통신하는 통신부;를 더 포함하고, 상기 주파수 과형 분석부는 상기 통신부로부터 전달받은 치수 상태 판별 데이터를 기반으로 치수 상태를 판별할 수 있다.

[0008] 상기 제어부는, 상기 초음파 프로브로부터 전달받은 초음파 데이터를 초음파 도플러 진단법(Ultrasound Doppler Flowmetry)을 적용하여 치수의 혈류 속도를 도출하는 치수 속도 연산부를 포함하고, 상기 디스플레이부는 상기 제어부의 제어에 따라 상기 치수의 혈류 속도를 디스플레이 할 수 있다.

[0009] 상기 제어부는, 상기 치수 속도 연산부에서 도출된 치수의 혈류 속도를 일정 구간으로 통계처리 하여 구간 정보를 도출하는 구간 정보 연산부를 더 포함하고, 상기 디스플레이부는 상기 제어부의 제어에 따라 상기 구간 정보를 디스플레이 할 수 있다.

[0010] 상기 제어부에서 처리된 초음파 데이터의 처리결과를 저장하는 저장부;를 더 포함할 수 있다.

[0011] 상기 초음파 프로브는, 상기 접촉부의 접촉 상태 또는 상기 수신부의 수신 상태를 기반으로 측정 가능 여부를 알려주는 프로브 인디케이터를 더 포함할 수 있다.

[0012] 상기 송신부가 송신하는 초음파의 주파수 대역을 조절하는 주파수 조절부;를 더 포함할 수 있다.

[0013] 일 개시에 따른 초음파를 이용하여 치수를 진단하는 치수 생활력 진단 방법은, 초음파 프로브의 접촉부를 검사대상 치아의 노출된 치경부의 하단부에 접촉시키는 단계; 15MHz 내지 25MHz의 주파수로 초음파 프로브를 구동하는 단계; 프로브 인디케이터가 측정 가능 상태를 알릴때까지, 초음파 프로브의 접촉부의 위치를 조정하는 단계; 프로브 인디케이터가 측정 완료 상태를 알릴때까지, 검사 대상 치아의 주파수 정보를 측정하는 단계; 및 상기 주파수 정보를 바탕으로 치수 생활력 진단을 수행하는 단계;를 포함한다.

[0014] 상기 치수 생활력 진단을 수행하는 단계는, 상기 도출된 주파수 정보를 바탕으로 치수 상태를 판별하여, 치아 생활력 진단 인디케이터를 구동하는 단계를 포함할 수 있다.

[0015] 상기 치수 생활력 진단을 수행하는 단계는, 상기 도출된 주파수 정보를 바탕으로 초음파 도플러 진단법을 적용

하여 실시간 치수 속도를 도출하는 단계를 포함할 수 있다.

[0016] 상기 치수 생활력 진단을 수행하는 단계는, 상기 도출된 실시간 치수 정보를 구간 단위로 통계처리하여 치수 구간 정보를 도출하는 단계를 더 포함할 수 있다.

[0017] 상기 치수 구간 정보는 수축기시의 최대 속도, 수축기시의 평균속도, 이완기시의 최저속도, 수축기시의 최대부피, 수축기시의 평균부피 중 적어도 하나를 포함할 수 있다.

발명의 효과

[0018] 본 개시에 따른 치수 생활력 진단 시스템 및 진단 방법은 15MHz이상의 초음파를 생성할 수 있는 초음파 프로브를 이용하여 치수의 생활력 진단을 수행할 수 있다.

도면의 간단한 설명

[0019] 본 발명은, 다음의 자세한 설명과 그에 수반되는 도면들의 결합으로 쉽게 이해될 수 있으며, 참조 번호들은 구조적 구성요소를 의미한다.

도 1은 일 실시예에 따른 치수 생활력 진단 시스템의 구성을 도시한 블록도이다.

도 2는 일 실시예에 따른 치수 생활력 진단 시스템의 구성을 개략적으로 나타내는 도면이다.

도 3은 일 실시예에 따른 치수 생활력 진단 방법의 초음파 프로브의 검사대상 치아의 접촉 위치를 나타내는 도면이다.

도 4는 여러 종류의 초음파 프로브 접촉부의 평상시 및 압력인가시의 모습을 나타내는 도면이다.

도 5는 다른 실시예에 따른 치수 생활력 진단 시스템의 구성을 나타내는 사시도이다.

도 6은 일 실시예에 따른 치수 생활력 진단 방법을 나타내는 플로우 차트이다.

도 7은 다른 실시예에 따른 치수 생활력 진단 방법을 나타내는 플로우 차트이다.

도 8은 또 다른 실시예에 따른 치수 생활력 진단 방법을 나타내는 플로우 차트이다.

발명을 실시하기 위한 구체적인 내용

[0020] 본 명세서는 본 발명의 권리범위를 명확히 하고, 본 발명이 속하는 기술분야에서 통상의 지식을 가진 자가 본 발명을 실시할 수 있도록, 본 발명의 원리를 설명하고, 실시예들을 개시한다. 개시된 실시예들은 다양한 형태로 구현될 수 있다.

[0021] 명세서 전체에 걸쳐 동일 참조 부호는 동일 구성요소를 지칭한다. 본 명세서가 실시예들의 모든 요소들을 설명하는 것은 아니며, 본 발명이 속하는 기술분야에서 일반적인 내용 또는 실시예들 간에 중복되는 내용은 생략한다. 명세서에서 사용되는 '모듈' 또는 '부'(unit)라는 용어는 소프트웨어, 하드웨어 또는 펌웨어 중 하나 또는 둘 이상의 조합으로 구현될 수 있으며, 실시예들에 따라 복수의 '모듈' 또는 '부'가 하나의 요소(element)로 구현되거나, 하나의 '모듈' 또는 '부'가 복수의 요소들을 포함하는 것도 가능하다.

[0022] 이하 첨부된 도면들을 참고하여 본 발명의 작용 원리 및 실시예들에 대해 설명한다.

[0023] 이하에서는 도면을 참조하여 실시 예들을 상세히 설명한다.

[0024] 도 1은 일 실시예에 따른 치수 생활력 진단 시스템(100)의 구성을 도시한 블록도이다. 도 2는 일 실시예에 따른 치수 생활력 진단 시스템(100)의 구성을 개략적으로 나타내는 도면이다.

[0025] 도 1 및 2를 참조하면, 일 실시예에 따른 치수 생활력 진단 시스템(100)는 프로브(20), 초음파 송수신부(110), 제어부(120), 치아 생활력 진단 인디케이터(130), 디스플레이부(140), 저장부(150), 및 통신부(160)를 포함할 수 있다.

[0026] 치수 생활력 진단 시스템(100)는 휴대형뿐 아니라 치과용 의자와 일체형으로 구현될 수 있다.

[0027] 프로브(20)는 복수의 트랜스듀서들을 포함할 수 있다. 복수의 트랜스듀서들은 송신부(113)로부터 인가된 송신 신호에 따라 검사대상 치아(10)로 초음파 신호를 송출할 수 있다. 복수의 트랜스듀서들은 검사대상 치아(10)로부터 반사된 초음파 신호를 수신하여, 수신 신호를 형성할 수 있다. 또한, 프로브(20)는 치수 생활력 진단 시스

템(100)와 일체형으로 구현되거나, 또는 치수 생활력 진단 시스템(100)와 유무선으로 연결되는 분리형으로 구현될 수 있다. 또한, 치수 생활력 진단 시스템(100)은 구현 형태에 따라 하나 또는 복수의 프로브(20)를 구비할 수 있다. 송신부(113)는 예를 들어, 압전 결정(piezoelectric crystal)을 포함할 수 있다.

[0028] 송신부(113)는 예를 들어, 15Mhz 내지 25Mhz의 주파수에 해당하는 초음파를 송신할 수 있다. 종래는 초음파를 연조직의 진단 및 처치에만 주로 이용했었으나(i.e. 장기, 태아, 조직 검사), 15Mhz 내지 25Mhz의 고 주파수를 이용하는 경우에는 치아와 같은 경조직의 진단 및 처치에도 이용할 수 있다. 송신부(113)가 송신하는 초음파의 주파수는, 치아의 단단한 경조직을 투과하여 치수내의 혈류의 양적, 질적 특성을 계측할 수 있는 수준에서 결정될 수 있다.

[0029] 프로브(20)는 종횡비가 1:5 이상인 하우징 본체와 하우징 본체의 선단에 위치한 접촉부(22)를 포함할 수 있다. 접촉부(22)는 검사 대상 치아의 치경부와 직접 접촉하여 초음파를 송신하고 수신하는 부재이다. 접촉부(22)는 금속과 같은 경성(rigid) 물질로 형성될 수 있을 뿐 아니라, 일정 범위 내에서 형상이 변할 수 있는 유연성(flexible) 물질로 형성될 수 있다. 예를 들어, 접촉부(22)는 실리콘(Si) 계열의 물질로 형성될 수도 있으며 특정 실시예에 한정되지 않는다. 접촉부(22)의 크기, 형상 및 소재는 치경부의 하부 1/3와 밀착할 수 있도록 선택되고 결정될 수 있다. 단, 접촉부는 치수 혈류의 최대한 넓은 부위를 측정할 수 있는 치경부 1/3에서의 측정이 권장되나, 그 이외의 치아 치관에서도 측정될 수 있다.

[0030] 도 2를 참조하면, 프로브(20)는 프로브 인디케이터(21)을 포함할 수 있다. 프로브 인디케이터(21)는 접촉부(22)의 치경부와의 접촉 상태 및/또는 수신부(115)의 수신 상태를 기반으로 측정 가능 여부를 알려줄 수 있다. 예를 들어, 프로브 인디케이터(21)는 측정 가능 상태가 아닌 경우에는 제1 색상으로 점등되다가, 측정 가능 상태로 전환되는 경우에는 제2 색상으로 점등될 수 있다. 프로브 인디케이터(21)는 접촉부(22)와 근거리에 위치하도록 마련됨으로써, 사용자가 임상에 활용하는 경우에 용이하게 프로브 인디케이터(21)의 색상을 확인하도록 할 수 있다. 예를 들어, 프로브 인디케이터(21)는 접촉부(22)와 5cm 이하의 거리에 위치할 수 있다.

[0031] 프로브 인디케이터(21)는 치수 상태를 판별하기에 충분한 시간이 도파된 경우에 측정 완료 여부를 공지할 수 있다. 예를 들어, 기설정된 측정 시간이 제어부(120)로부터 전달되는 경우, 프로브 인디케이터(21)는 기설정된 측정 시간이 도파된 이후에 색상을 제2 색상으로부터 제3 색상으로 변환하거나, 또는 다시 제1 색상으로 변환함으로써 측정 완료 상태를 사용자에게 전달할 수 있다. 또는, 예를 들어, 제어부(120)가 치수 정보의 도출에 필요한 치수 데이터가 충분히 확보된 경우에는 측정 완료 신호를 프로브 인디케이터(21)로 전달하고, 프로브 인디케이터(21)가 측정 완료 여부를 사용자에게 공지할 수 있다.

[0032] 제어부(120)는 프로브(20)에 포함되는 복수의 트랜스듀서들의 위치 및 접속점을 고려하여, 복수의 트랜스듀서들 각각에 인가될 송신 신호를 형성하도록 송신부(113)를 제어한다.

[0033] 제어부(120)는 프로브(20)로부터 수신되는 수신 신호를 아날로그 디지털 변환하고, 복수의 트랜스듀서들의 위치 및 접속점을 고려하여, 디지털 변환된 수신 신호를 합산함으로써, 초음파 데이터를 생성하도록 수신부(115)를 제어 한다. 수신부(115)는 예를 들어, 압전 결정(piezoelectric crystal)을 포함할 수 있다.

[0034] 치아 생활력 진단 인디케이터(130)는 주파수 파형 분석부(121)에서 도출된 초음파 데이터 분석 결과를 이용하여, 검사 대상 치아가 제1 상태(정상상태 치아; Normal Tooth), 제2 상태(염증 상태의 치아; Inflamed tooth), 제3 상태(치수 괴사 상태로써 생활력을 잃은 치아; Dead tooth with Necrotic pulp), 제4 상태(판단 유보; 미약한 신호) 중 어디에 해당하는지를 알린다.

[0035] 제어부(120)는 통신부(160)로부터 전달받거나, 입력부(미도시)를 통해 직접 입력되거나, 또는 메모리(미도시)에 저장된 환자의 관련 정보를 바탕으로 주파수 파형 분석부(121)에서 도출된 초음파 데이터 분석 결과를 보완할 수 있다. 예를 들어, 각 환자에 따른 성별, 나이, 고혈압 여부에 따라 주파수 상태가 달라질 수 있다. 제어부(120)는 치수 생활력 진단에 앞서서 환자의 나이와 성별, 고혈압 여부 (혹은 현재 혈압 수치 [Systolic, Diastolic, Pulse])를 미리 입력받고, 주파수 파형 분석부(121)를 통해 초음파 데이터 분석 결과를 보완함으로써 진단의 정확성을 높일 수 있다. 제어부(120)는 보완된 최종 상태를 바탕으로 치아 생활력 진단 인디케이터(130)를 제어할 수 있다.

[0036] 치아 생활력 진단 인디케이터(130)는 예를 들어, 시각 정보 또는 청각 정보로 치수 상태를 알릴 수 있다.

[0037] 디스플레이부(140)는 치수 생활력 진단 시스템(100)에서 처리되는 다양한 정보를 표시할 수 있다. 치수 생활력 진단 시스템(100)은 구현 형태에 따라 하나 또는 복수의 디스플레이부(140)를 포함할 수 있다. 또한, 디스플레

이부(140)는 터치패널과 결합하여 터치 스크린으로 구현될 수 있다.

[0038] 디스플레이부(140)는 수신부(115)로부터 전달받은 치수의 주파수 상태 제어부(120)에서 도플러로그램(dopplerogramm)으로 처리한 그래프를 연속적으로 디스플레이하는 주파수 디스플레이(141)를 포함할 수 있다. 디스플레이부(140)는 치수 속도 연산부(122)에서 전달받은 치수의 혈류 속도 및 관련 데이터를 실시간으로 디스플레이하는 실시간 정보 디스플레이(142)를 포함할 수 있다. 디스플레이부(140)는 구간 정보 연산부(1123)에서 전달받는 치수 구간 정보를 표시하는 구간 정보 디스플레이(143)를 포함할 수 있다. 주파수 디스플레이(141), 실시간 정보 디스플레이(142), 구간 정보 디스플레이(143)는 각각 물리적으로 분할되는 별도 디스플레이이거나, 또는 하나의 디스플레이에서 제어적으로 분할되는 영역일 수 있다.

[0039] 제어부(120)는 치수 생활력 진단 시스템(100)의 전반적인 동작 및 치수 생활력 진단 시스템(100)의 내부 구성 요소들 사이의 신호 흐름을 제어할 수 있다. 제어부(120)는 치수 생활력 진단 시스템(100)의 기능을 수행하기 위한 프로그램 또는 데이터를 저장하는 메모리, 프로그램 또는 데이터를 처리하는 프로세서를 포함할 수 있다. 또한, 제어부(120)는 입력부(미도시) 또는 통신부(160)를 통해 외부 장치로부터 제어신호를 수신하여, 치수 생활력 진단 시스템(100)의 동작을 제어할 수 있다.

[0040] 제어부(120)는 주파수 파형 분석부(121), 치수 속도 연산부(122), 구간 정보 연산부(123)를 포함할 수 있다.

[0041] 주파수 파형 분석부(121)는 초음파 주파수 데이터를 분석하여, 검사 대상 치아가 제1 상태(정상상태 치아; Normal Tooth), 제2 상태(염증 상태의 치아; Inflamed tooth), 제3 상태(치수 괴사 상태로써 생활력을 잃은 치아; Dead tooth with Necrotic pulp), 제4 상태(판단 유보; 미약한 신호) 중 어디에 해당하는지를 알린다. 각 치수 상태별로 주파수 형상이 상이하므로, 주파수 파형 분석부(121)는 주파수 형상을 바탕으로 검사 대상 치아의 상태를 판별할 수 있다.

[0042] 치수 생활력 진단 시스템(100)는 통신부(160)를 포함하며, 통신부(160)를 통해 외부 장치(예를 들면, 서버, 의료 장치 및 전자 의무 기록(Electronic Medical Record), 휴대 장치(스마트폰, 태블릿 PC, 웨어러블 기기 등))와 연결할 수 있다.

[0043] 통신부(160)는 외부 장치와 통신을 가능하게 하는 하나 이상의 구성 요소를 포함할 수 있으며, 예를 들어 근거리 통신 모듈, 유선 통신 모듈 및 무선 통신 모듈 중 적어도 하나를 포함할 수 있다.

[0044] 통신부(160)는 외부 장치와 제어 신호 및 데이터를 송, 수신할 수 있다.

[0045] 주파수 파형 분석부(121)는 통신부(160)로부터 주파수 형상과 각 치수 상태의 연관관계를 나타내는 치수 상태 판별 데이터를 전달받을 수 있다. 예를 들어, 치수 상태 판별 데이터는 여러 종류의 데이터 인식 모델을 이용하여 학습된 데이터일 수 있다. 데이터 인식 모델은, 인식 모델의 적용 분야, 학습의 목적 또는 장치의 컴퓨터 성능 등을 고려하여 구축될 수 있다. 데이터 인식 모델은, 예를 들어, 신경망(Neural Network)을 기반으로 하는 모델일 수 있다. 예컨대, DNN(Deep Neural Network), RNN(Recurrent Neural Network), BRDNN(Bidirectional Recurrent Deep Neural Network)과 같은 모델이 데이터 인식 모델로서 사용될 수 있으나, 이에 한정되지 않는다.

[0046] 치수 속도 연산부(122)는 전달받은 초음파 주파수 데이터를 초음파 도플러 진단법(Ultrasound Doppler Flowmetry)을 적용하여 치수의 혈류 속도를 도출할 수 있다. 초음파 도플러 진단법을 이용할 경우, 치수와 치아의 주변조직의 미세순환에 자극을 가하지 않고 정밀한 계측이 가능할 수 있다. 또한, 본 개시에 따른 초음파 도플러 진단법은 접촉부(도 2의 22)의 위치 변경 만으로도 센싱 영역을 정밀하게 변경할 수 있어 계측의 정밀성이 높을 수 있다. 구체적으로 치수 혈류의 속도는 아래와 같은 수학식으로 도출될 수 있다.

[0047] [수학식 1]

$$v = (c * f_d) / (2 f_0 \cos \theta)$$

[0048] 여기서 v 는 치수 혈류의 속도(blood flow velocity)를 나타내고, c 는 혈구의 초음파 전파 속도(speed of sound in tissue, red blood cell)를 나타내고, f_d 는 도플러 주파수 변위량(Doppler frequency shift)을 나타내고, f_0 는 초음파 프로브에서 방출된 초음파의 주파수를 나타내고, θ 는 혈구의 이동방향과 초음파 범위 이루는 각도를 나타낸다. 이러한 도출 방법은 일 예시에 불과하며 다양한 방법으로 초음파 데이터로부터 치수 혈류의 속도를 도출할 수 있으며 한정되지 않는다.

[0049] 구간 정보 연산부(123)는 치수 속도 연산부(122)에서 도출된 치수의 혈류 속도를 일정 구간으로 통계처리 하여

치수 구간 정보를 도출한다. 예를 들어, 상기 일정 구간은 치수의 생활력을 판별하기에 충분한 시간 구간을 의미할 수 있다. 예를 들어, 구간은 10초 내지 90초 내에서 결정될 수 있다.

[0051] 치수 구간 정보는 수축기시의 최대 속도(Peak velocity; Maximum linear velocity during the systolic period), 수축기시의 평균속도(Average linear velocity during the systolic period), 이완기시의 최저속도(Minimum linear velocity during the diastolic period), 수축기시의 최대부피(Maximum volume velocity during the systolic period), 수축기시의 평균부피(Average volume velocity during the systolic period), PV(peak velocity), TPV (Time to peak velocity), TVI (Time velocity integral), PI(Pulsatility index), RI(Resistance index), Systolic/diastolic (S/D) ratio 중 적어도 하나를 포함할 수 있다.

[0052] 구간 정보 연산부(123)는 PI(Pulsatility index), RI(Resistance index), Systolic/diastolic (S/D) ratio는 최대 도플러 과형 변위(Doppler shift waveform)에 기반하여 도출할 수 있다. PI, RI, S/D 정보는 치수의 혈류의 저항성 및 유순도를 의미한다.

[0053] 구간 정보 연산부(123)는 치수의 혈류 과형 분석을 통해 end-diastolic flow의 부재, post-systolic notch, low/high pulsatility waveform 등의 특징적인 형태를 도출할 수 있다. 구간 정보 연산부(123)는 이러한 도출된 정보를 바탕으로 치수 상태 정보를 도출할 수 있다. 예를 들어, 치수 상태 정보는 제1 상태(정상상태 치아; Normal Tooth), 제2 상태(염증 상태의 치아; Inflamed tooth), 제3 상태(치수 괴사 상태로써 생활력을 잃은 치아; Dead tooth with Necrotic pulp), 제4 상태(판단 유보; 미약한 신호)를 포함할 수 있다. 구간 정보 연산부(123)에서 도출된 치수 상태 정보는 주파수 과형 분석부(121)에서 도출된 치수 상태 정보를 보완할 수 있다.

[0054] 저장부(150)는 치수 생활력 진단 시스템(100)를 구동하고 제어하기 위한 다양한 데이터 또는 프로그램, 입/출력되는 초음파 데이터, 도출된 치수 관련 데이터 등을 저장할 수 있다.

[0055] 주파수 조절부(171)는 송신부(113)가 송신하는 초음파의 주파수 대역을 조절할 수 있다. 주파수 조절부(171)는 예를 들어, 노브(knob) 형상을 가질 수 있으나 이에 한정되는 것은 아니며 다양한 형태로 구현될 수 있다.

[0056] 스피커(172)는 사용자에게 청각적인 알림을 제공하도록 마련될 수 있다. 예를 들어, 스피커(172)는 치수의 맥동을 사용자에게 알릴 수 있다. 스피커(172)가 치수의 맥동을 사용자에게 실시간으로 전달함으로써, 사용자는 진단 중에 접촉부(22)의 위치를 조정하며 최대 맥동음이 들리는 위치를 발견할 수 있다. 스피커(172)는 제어부(120)의 제어에 의해 온/오프 되거나, 소리의 음량을 조절할 수 있다. 예를 들어, 스피커(172)의 온/오프 전환은 스위치(173)로 이루어질 수 있다.

[0057] 도 3은 일 실시예에 따른 치수 생활력 진단 방법의 초음파 프로브(20)의 검사대상 치아(10)의 접촉 위치를 나타내는 도면이다.

[0058] 초음파 프로브(20)는 치경부(h)의 1/3 영역(h_{target})에 접촉부(22)가 밀착되도록 위치될 수 있다. 초음파 프로브(20)는 다양한 각도로 위치할 수 있으나, 구강 구조를 고려할 때, 50도 내지 70도의 각도로 위치될 수 있다. 초음파 프로브(20)는 15Mhz 내지 25Mhz 의 초음파를 송수신하는 상태에서 가장 치수 상태를 잘 검진할 수 있도록 위치를 미세 조정할 수 있다. 예를 들어, 초음파 프로브(20)의 프로브 인디케이터(21)의 상태를 확인하며 초음파 프로브(20)의 위치를 조정할 수 있다. 또는, 전술한 바와 같이 사용자는 스피커(172)를 통해 전달되는 맥동음을 실시간으로 들으며 최대 맥동음이 위치하는 곳에 초음파 프로브(20)를 위치시킬 수 있다.

[0059] 초음파 프로브(20)의 접촉부(22)는 경성 재질의 접촉부 또는 유연성 재질의 접촉부가 모두 이용될 수 있다. 유연성 재질의 접촉부를 이용하는 경우에는, 접촉부(22)가 치경부의 1/3 영역의 형상에 맞추어 형태가 변하므로 밀착이 용이하여 더 정밀한 치수의 진단이 가능할 수 있다.

[0060] 도 4는 여러 종류의 초음파 프로브 접촉부의 평상시 및 압력 인가시의 모습을 나타내는 도면이다. 본 개시에 따른 초음파 프로브는 다양한 형태의 접촉부를 탈착하여 사용할 수 있다. 예를 들어, 인체의 28개의 치아는 각각 형상과 크기가 다르므로, 각 치아의 형태 및 크기에 맞추어 다른 형상의 접촉부를 초음파 프로브에 장착하여 치수를 검진할 수 있다.

[0061] 예를 들어, 도 4를 참조하면, 본 개시에 따른 접촉부는 절치용과 대구치용을 별도로 제공한다. 예를 들어, 상대적으로 크기가 작고 곡률반지름이 큰 절치용 접촉부는 반경이 작을 수 있다. 예를 들어, (a-1) 형 접촉부는 탄력있는 소재로 형성된 구형 형상을 가지고, 압력이 인가되는 경우에는 절치의 치경부의 형상에 맞추어 형상이 변형될 수 있다. 예를 들어, (a-2)형 접촉부는 치경부의 형상을 고려하여, 서로 다른 곡률반지름을 가지는 3차원 입체형상을 가질 수 있다. (a-2)형 접촉부의 곡률반지름은 절치의 치경부 1/3 영역의 곡률반지름 평균과 실

질적으로 동일하거나 대응되도록 결정될 수 있다. 이러한 (a-2)형 접촉부는 절치의 치경부 1/3 영역과 보다 밀착될 수 있어 치수의 정밀한 검진이 가능할 수 있다.

[0062] 예를 들어, 상대적으로 크기가 크고 곡률반지름이 작은 대구치용 접촉부는 반경이 클 수 있다. 예를 들어, (b-1) 형 접촉부는 탄력있는 소재로 형성된 구형 형상을 가지고, 압력이 인가되는 경우에는 대구치의 치경부의 형상에 맞추어 형상이 변형될 수 있다. 예를 들어, (b-2)형 접촉부는 치경부의 형상을 고려하여, 서로 다른 곡률반지름을 가지는 3차원 입체형상을 가질 수 있다. (b-2)형 접촉부의 곡률반지름은 대구치의 치경부 1/3 영역의 곡률반지름 평균과 실질적으로 동일하거나 대응되도록 결정될 수 있다. 이러한 (b-2)형 접촉부는 대구치의 치경부 1/3 영역과 보다 밀착될 수 있어 치수의 정밀한 검진이 가능할 수 있다.

[0063] 나아가, 접촉부와 검사 대상 치아의 사이에 수화젤 또는 수분을 포함한 다양한 종류의 매질을 도포함으로써 초음파 검진의 효율을 향상시킬 수 있다.

[0064] 도 5는 다른 실시예에 따른 치수 생활력 진단 시스템(200)의 구성을 나타내는 사시도이다. 도 5를 참조하면, 치수 생활력 진단 시스템(200)은 치과 의자형 시스템으로도 구현될 수 있다.

[0065] 예를 들어, 치수 생활력 진단 시스템(200)은 가변형 의자(1), 디스플레이(2), 도구 지지대(5), 및 초음파 프로브(6)을 포함할 수 있다.

[0066] 사용자는 환자를 가변형 의자(1)에 앙와위(supine position)으로 위치시킨 상태에서, 초음파 프로브(6)를 이용하여 치수를 진단하고 그 결과를 디스플레이(2)로 확인할 수 있다. 초음파 프로브(6)를 사용하지 않는 경우에는 다른 도과와 함께 도구 지지대(5)에 거치시킬 수 있다. 디스플레이(2)에는 주파수 디스플레이(2-1), 실시간 정보 디스플레이(2-2), 및 구간 정보 디스플레이(2-3)가 포함될 수 있다.

[0067] 이하 도 6 내지 도8은 여러 실시예에 따른 치수 생활력 진단 방법을 나타낸다.

[0068] 도 6은 일 실시예에 따른 치수 생활력 진단 방법을 나타내는 플로우 차트이다. 도 6을 참조하면, 본 실시예에 따른 치수 생활력 진단 방법은, 아래와 같은 단계를 포함한다.

[0069] 우선 초음파 프로브의 접촉부를 검사 대상 치아의 노출된 치경부의 하단부에 접촉시키는 단계(S101)가 수행된다. 접촉부는 도 3 및 도 4를 참조하면 노출된 치아 치관 높이(h)의 하부 1/3 지점인 치경부 하단부(h_{target})에 밀착될 수 있다. 접촉부에 압력을 인가함으로써, 치경부의 외형에 부합하도록 접촉부의 형상이 변형될 수 있다. 접촉부는 도 4를 참조하면, 대구치용, 절치용에 따라 각기 다른 크기와 형상에서 선택될 수 있다.

[0070] 다음으로 15Mhz 내지 25Mhz의 주파수로 초음파 프로브를 구동하는 단계(S102)가 수행된다. 15Mhz 내지 25Mhz의 고주파수의 초음파를 인가함으로써, 초음파가 치아의 경조직을 투파하여 치수의 상태를 용이하게 측정할 수 있다. 다른 방식과 달리 15Mhz 내지 25Mhz의 고주파수의 초음파를 이용하는 본 발명은 치수 및 치조직에 변화를 주지 않으면서 치수 상태의 정밀한 진단이 가능할 수 있다.

[0071] 다음으로는 프로브 인디케이터가 측정 가능 상태를 알릴 때까지, 초음파 프로브의 접촉부의 위치를 조정하는 단계(S103)가 수행된다. 접촉부(22)의 치아 치관과의 접촉상태에 따라서 치수의 진단의 정밀성이 변화할 수 있으므로, 프로브 인디케이터가 측정 가능 상태를 알릴 때까지 초음파 프로브의 접촉부의 위치를 알맞게 조절할 수 있다. 또한, 스피커를 통하여 최대 맥동음 지점을 발견하는 방식으로 접촉부의 위치를 알맞게 조절할 수 있다. 예를 들어, 프로브 인디케이터는 프로브에서 수신하는 초음파의 강도 및 선명도 및 접촉부의 접촉상태를 기준으로 측정 가능 여부를 판단할 수 있다.

[0072] 다음으로는 프로브 인디케이터가 측정 완료 상태를 알릴 때까지, 검사 대상 치아의 주파수 정보를 측정하는 단계(S104)가 수행될 수 있다. 프로브 인디케이터가 측정 가능 상태 신호를 알린 이후에, 해당 접촉 조건을 유지하며 검사대상 치아의 치수 상태를 진단할 수 있다. 치수 생활력 진단에 충분한 주파수 정보를 획득할 수 있도록 프로브 인디케이터가 측정 완료 상태를 알릴 때까지 검사 대상 치아의 주파수 정보를 측정할 수 있다.

[0073] 다음으로는 주파수 정보를 바탕으로 치수 생활력 진단을 수행하는 단계를 포함한다.

[0074] 상기 주파수 정보를 바탕으로 치수 생활력 진단을 수행하는 단계는, 예를 들어 도 6을 참조하면, 상기 도출된 주파수 정보를 바탕으로 치수 상태를 판별하여, 치아 생활력 인디케이터를 구동하는 단계(S105)를 포함한다. 치수 상태는 제1 상태(정상상태 치아; Normal Tooth), 제2 상태(염증 상태의 치아; Inflamed tooth), 제3 상태(치수 괴사 상태로써 생활력을 잃은 치아; Dead tooth with Necrotic pulp), 제4 상태(판단 유보; 미약한 신호) 어느 한 상태일 수 있다.

[0075] 상기 주파수 정보를 바탕으로 치수 생활력 진단을 수행하는 단계는, 예를 들어 도 7을 참조하면, 도출된 치수 주파수 정보에 초음파 도플러 혈류 측정기법을 적용하여 실시간 치수 속도를 도출하는 단계(S205) 및, 실시간 정보를 디스플레이 하는 단계(S206)을 포함한다. 예를 들어, 실시간 정보는 실시간 치수 혈류 속도, 현재 주파수 변위량, 현재 초음파 주파수 중 적어도 하나를 포함한다.

[0076] 상기 주파수 정보를 바탕으로 치수 생활력 진단을 수행하는 단계는, 예를 들어 도 7을 참조하면, 도출된 치수 주파수 정보에 초음파 도플러 혈류 측정기법을 적용하여 실시간 치수 혈류 속도를 도출하는 단계(S205), 상기 실시간 치수 속도를 구간단위로 통계처리하여 치수 구간 정보를 도출하는 단계(S306) 및 실시간 정보, 치수 구간 정보를 디스플레이 하는 단계(S307)을 포함한다. 구간 정보는, 수축기시의 최대 속도(Peak velocity; Maximum linear velocity during the systolic period), 수축기시의 평균속도(Average linear velocity during the systolic period), 이완기시의 최저속도(Minimum linear velocity during the diastolic period), 수축기시의 최대부피(Maximum volume velocity during the systolic period), 수축기시의 평균부피(Average volume velocity during the systolic period), PV(peak velocity), TPV (Time to peak velocity), TVI (Time velocity integral), PI(Pulsatility index), RI(Resistance index), Systolic/diastolic (S/D) ratio 중 적어도 하나를 포함한다.

[0077] 지금까지, 본 발명의 이해를 돋기 위하여 예시적인 실시예가 설명되고 첨부된 도면에 도시되었다. 그러나, 이러한 실시예는 단지 본 발명을 예시하기 위한 것이고 이를 제한하지 않는다는 점이 이해되어야 할 것이다. 그리고 본 발명은 도시되고 설명된 설명에 국한되지 않는다는 점이 이해되어야 할 것이다. 이는 다양한 다른 변형이 본 기술분야에서 통상의 지식을 가진 자에게 일어날 수 있기 때문이다.

부호의 설명

[0078] 10 : 검사대상 치아

100 : 치수 생활력 진단 시스템

20 : 프로브

21 : 프로브인디케이터

22 : 접촉부

110 : 초음파 송수신부

113 : 송신부

115 : 수신부

120 : 제어부

121 : 주파수 파형 분석부

122 : 치수 속도 연산부

123 : 구간 정보 연산부

130 : 치아 생활력 진단 인디케이터

140 : 영상 처리부

150 : 디스플레이부

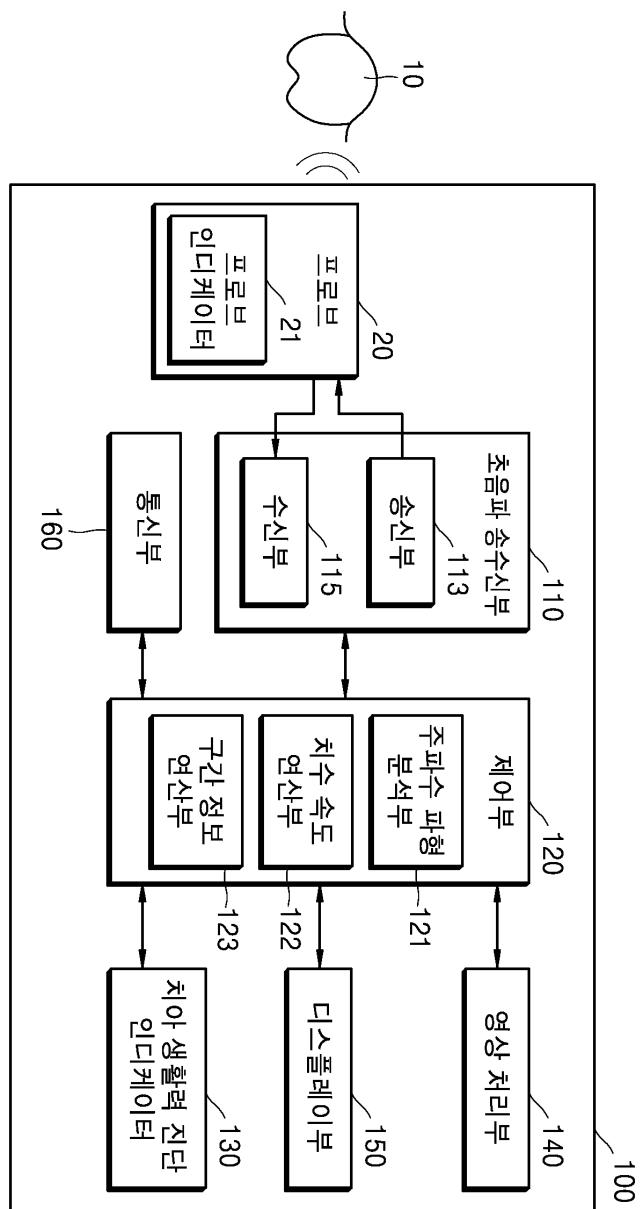
160 : 통신부

171 : 주파수 조절부

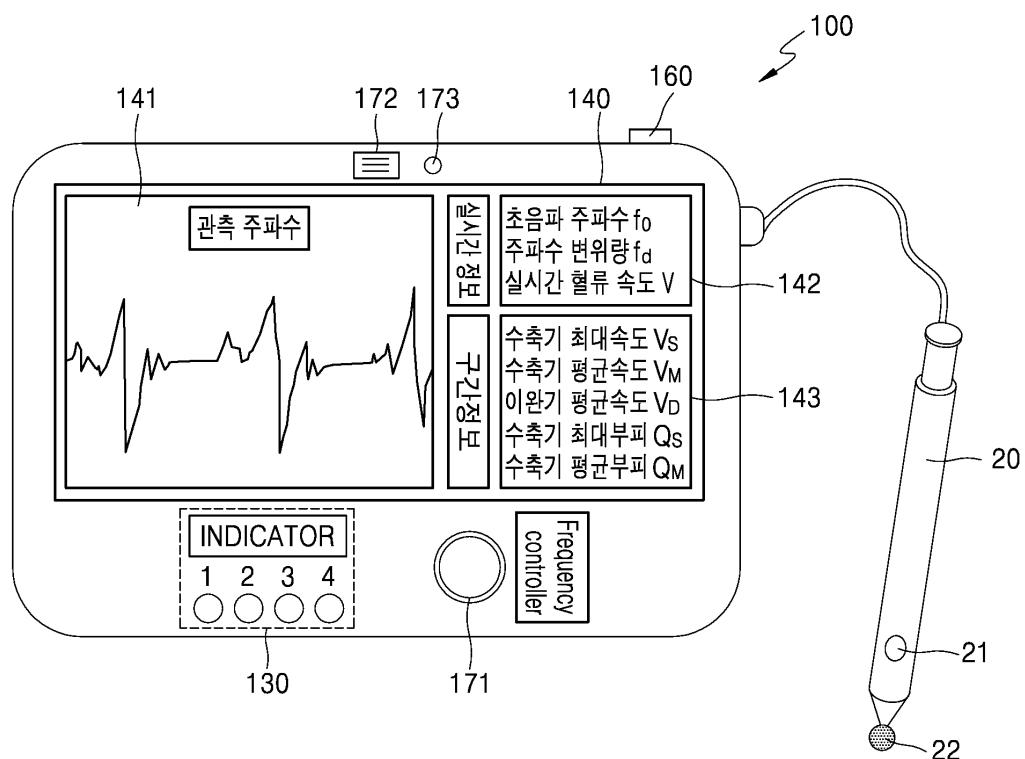
172 : 스피커

도면

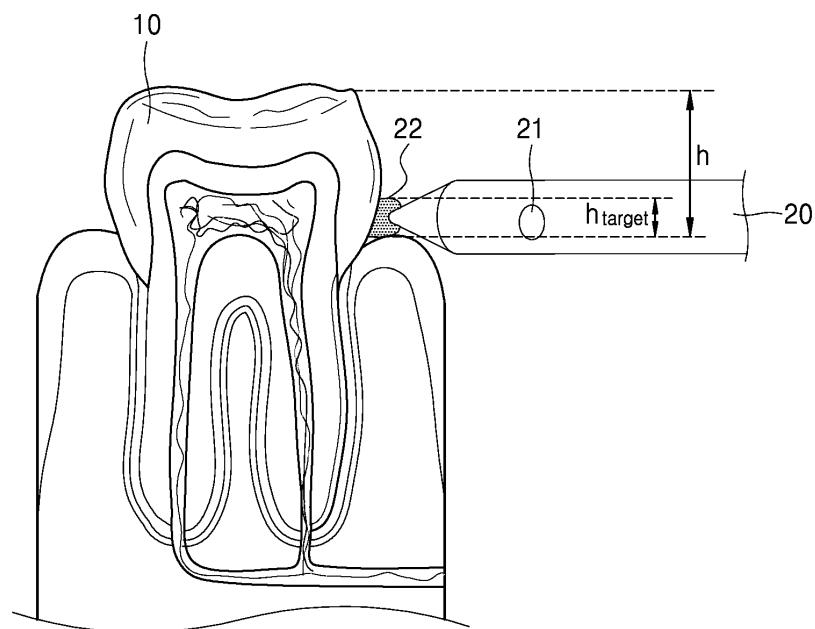
도면1



도면2



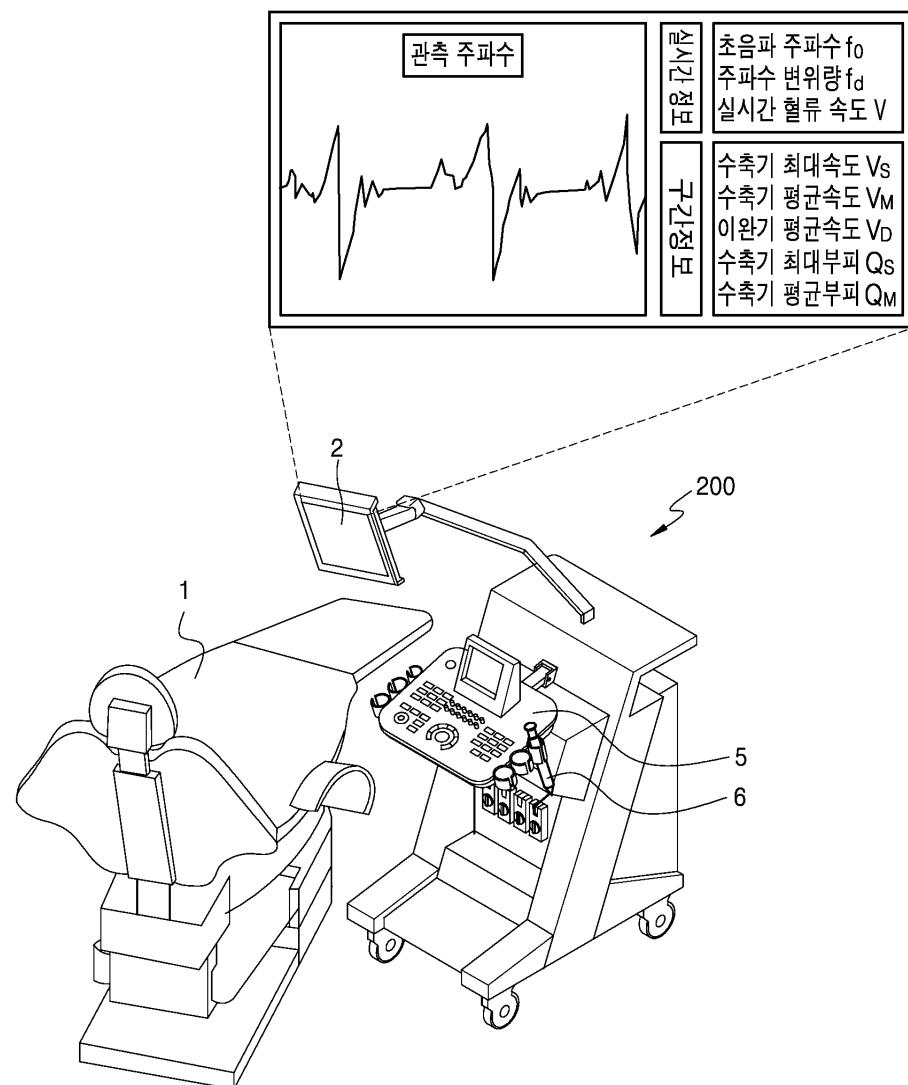
도면3



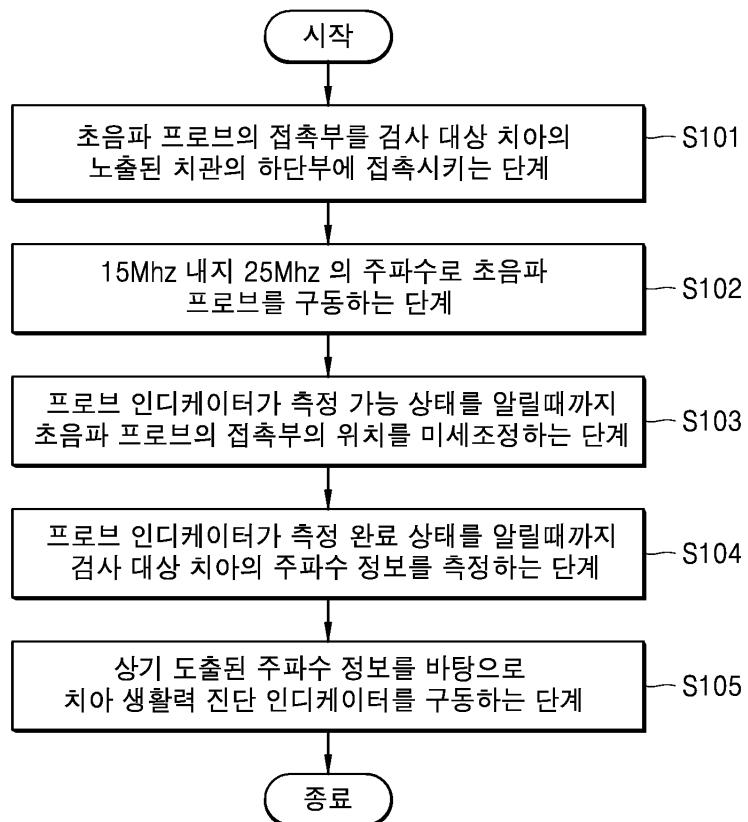
도면4



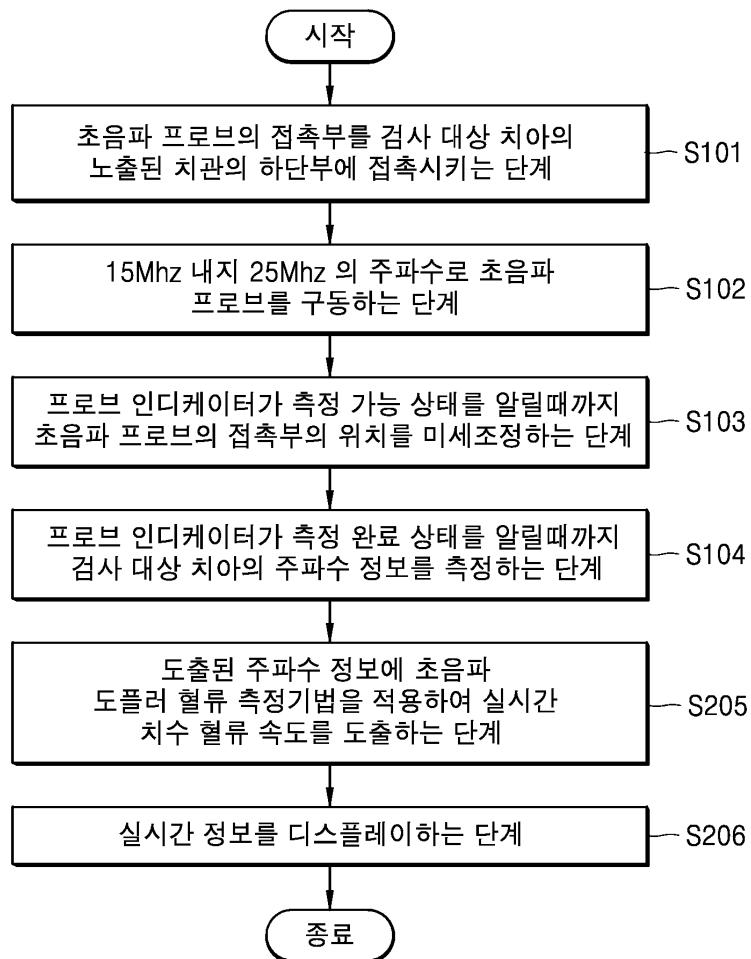
도면5



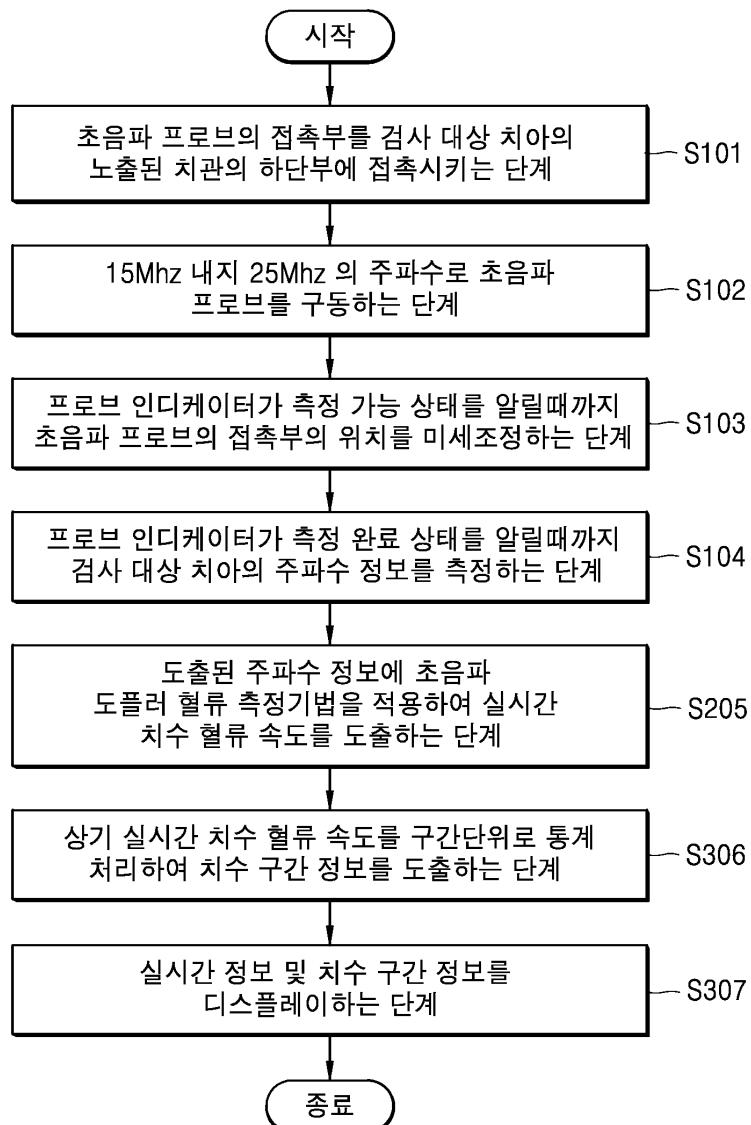
도면6



도면7



도면8



专利名称(译)	尺寸活力诊断系统和诊断方法包括超声探头		
公开(公告)号	KR1020190089430A	公开(公告)日	2019-07-31
申请号	KR1020180007896	申请日	2018-01-22
[标]申请(专利权)人(译)	Gimhyeyeon		
申请(专利权)人(译)	Gimhyeyeon		
[标]发明人	김혜연		
发明人	김혜연		
IPC分类号	A61B8/08 A61B8/00 A61B8/06		
CPC分类号	A61B8/08 A61B8/06 A61B8/461 A61B8/5207 A61B8/54 A61B8/56		
外部链接	Espacenet		

摘要(译)

根据本发明，一种用于测量牙髓血流量和用于诊断牙髓活力的系统包括：超声波探头，其包括用于向牙齿发送超声波的发送单元，用于接收超声波的接收单元以及接触装置。直接与要测试的牙齿的子宫颈牙质接触以传输超声波的单元；控制单元，处理从超声波探头发送的超声波数据；显示单元，其根据控制单元的控制显示超声数据的处理结果。根据本发明的用于诊断牙髓活力的系统和方法使用能够产生15HMz或更高的超声波的超声波探头来执行牙髓活力。

