



(19) 대한민국특허청(KR)
(12) 공개특허공보(A)

(11) 공개번호 10-2015-0123186
(43) 공개일자 2015년11월03일

(51) 국제특허분류(Int. Cl.)
A61B 5/05 (2006.01) A61B 5/04 (2006.01)
A61B 5/08 (2006.01)
(52) CPC특허분류
A61B 5/05 (2013.01)
A61B 5/04 (2013.01)
(21) 출원번호 10-2015-0057248
(22) 출원일자 2015년04월23일
심사청구일자 2015년04월23일
(30) 우선권주장
1020140049095 2014년04월24일 대한민국(KR)
기술이전 희망 : 기술양도

(71) 출원인
경상대학교산학협력단
경상남도 진주시 진주대로 501 (가좌동)
(72) 발명자
김상욱
경상남도 진주시 강남로 45, 104동 2002호 (주약동, 금호석류마을아파트)
오동인
경기도 수원시 영통구 영통로290번길 25, 518동 806호 (영통동, 영통로290번길 25, 518동 806호 (영통동, 신나무실주공아파트)
(74) 대리인
김영재

전체 청구항 수 : 총 11 항

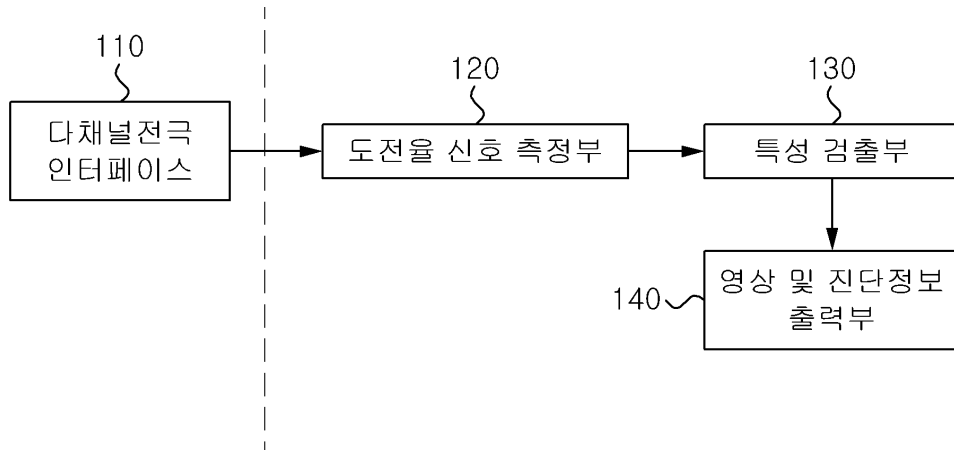
(54) 발명의 명칭 **도전을 단층 영상법을 이용한 상기도 폐쇄 양상의 영상화 및 진단장치**

(57) 요약

본 발명은 폐쇄성 수면무호흡증 환자의 자연 수면 중에 발생하는 상기도의 변화 상태를 도전을 단층 영상법을 이용하여 영상화하고 진단에 필요한 정보를 추출할 수 있는 상기도 폐쇄 양상의 영상화 및 진단장치에 관한 것이다. 본 발명에 따른 도전을 단층 영상법을 이용한 상기도 폐쇄 양상의 영상화 및 진단장치는 비용이 저렴하면서도 방사선 노출의 위험 없이 반복 검사가 가능하며, 실제 자연수면 상태에서 장시간 동안 검사가 가능하기 때문에 상기도 폐쇄 양상을 정확하게 진단할 수 있다.

대표도 - 도2

100



(52) CPC특허분류

A61B 5/0826 (2013.01)

(72) 발명자

권오인

서울특별시 양천구 목동동로 350, 501동 602호 (목동, 목동아파트)

우응제

경기도 성남시 분당구 금곡로 39, 106동 104호 (구미동, 화이트빌)

이 발명을 지원한 국가연구개발사업

과제고유번호 1465014112

부처명 보건복지부

연구관리전문기관 한국보건산업진흥원

연구사업명 질환극복기술개발

연구과제명 수면무호흡증 환자에서 도전율을 이용한 실시간 상기도 단층영상법 개발

기 여 율 1/1

주관기관 경상대학교 산학협력단

연구기간 2013.11.01 ~ 2016.10.31

명세서

청구범위

청구항 1

상기도의 형태 변화에 따라 변화하는 전기장 분포를 측정하는 도전을 신호 측정부;

상기 측정된 전기장 분포의 변화 데이터를 이용하여 상기도의 도전을 영상을 복원하고 상기 복원된 도전을 영상으로부터 특성 정보를 추출하는 특성 검출부; 및

상기 추출된 특성 정보 또는 상기 복원된 도전을 영상을 표시하는 영상 및 진단정보 출력부

를 포함하는 도전을 단층 영상법을 이용한 상기도 폐쇄 양상의 영상화 및 진단장치.

청구항 2

제 1항에 있어서,

상기도 영역 주변의 얼굴 표면에 부착되는 다채널 전극을 구비하는 다채널 전극 인터페이스를 더 포함하고,

상기 도전을 신호 측정부는, 상기 다채널 전극 인터페이스를 통해 전류를 주입하고, 상기 주입된 전류에 의해 유기된 전압을 측정하여 상기 전기장 분포의 변화를 측정하는 도전을 단층 영상법을 이용한 상기도 폐쇄 양상의 영상화 및 진단장치.

청구항 3

제 1항에 있어서,

상기 특성 검출부는 특성 추출 알고리즘을 이용하여 상기도 영역 면적의 변화 또는 상기도 영역의 기하학적 특성을 추출하는 도전을 단층 영상법을 이용한 상기도 폐쇄 양상의 영상화 및 진단장치.

청구항 4

제 1항에 있어서,

상기 특성 검출부는 모니터링을 통해 측정된 전기장 분포의 변화 데이터를 이용하여 잡음 제거를 수행하는 도전을 단층 영상법을 이용한 상기도 폐쇄 양상의 영상화 및 진단장치.

청구항 5

제 4항에 있어서,

상기 특성 검출부는 구간 데이터의 패턴 분석 또는 특성 정보의 평균값을 이용하여 잡음 제거를 수행하는 도전을 단층 영상법을 이용한 상기도 폐쇄 양상의 영상화 및 진단장치.

청구항 6

제 1항에 있어서,

상기 도전을 신호 측정부는 상기 상기도의 도전을 영상이 초당 50장 내지 100장으로 복원되도록 상기 전기장 분포를 고속으로 측정하는 도전을 단층 영상법을 이용한 상기도 폐쇄 양상의 영상화 및 진단장치.

청구항 7

제 1항에 있어서,

상기 영상 및 진단정보 출력부는 복수의 레이어에 대응하는 상기 특성 정보 또는 상기 도전을 영상을 동기화하여 제공하는 도전을 단층 영상법을 이용한 상기도 폐쇄 양상의 영상화 및 진단장치.

청구항 8

제 1항에 있어서,

상기 영상 및 진단정보 출력부는 폐쇄성 수면무호흡증 치료 증례에 대한 데이터를 저장하는 학습형 데이터베이스에 기반하여 상기 특성 정보와 대응하는 진단정보를 제공하는 도전을 단층 영상법을 이용한 상기도 폐쇄 양상의 영상화 및 진단장치.

청구항 9

다채널 전극 인터페이스; 및

상기 다채널 전극 인터페이스로부터 전달되는 전류-전압 데이터를 이용하여 도전을 영상을 복원하는 영상화 장치를 포함하고,

상기 다채널 전극 인터페이스는,

상기도 영역 주변의 얼굴 표면에 부착되는 다채널 전극; 및

상기 다채널 전극의 외부를 감싸는 형태로 구성되는 보호장구를 포함하는 도전을 단층 영상법을 이용한 상기도 폐쇄 양상의 영상화 및 진단장치.

청구항 10

제 9항에 있어서,

상기 다채널 전극은 은(Ag) 도금된 탄성섬유 또는 고분자 나노섬유(PVDF nanofiber web)를 기반으로 제작된 전도성 섬유전극을 포함하는 도전을 단층 영상법을 이용한 상기도 폐쇄 양상의 영상화 및 진단장치.

청구항 11

제 9항에 있어서,

상기 다채널 전극은 복수의 레이어로 구성되는 3차원적 배열로 배치되는 도전을 단층 영상법을 이용한 상기도 폐쇄 양상의 영상화 및 진단장치.

발명의 설명

기술 분야

[0001]

본 발명은 상기도 폐쇄를 진단하기 위한 장치에 관한 것으로서, 더욱 상세하게는 폐쇄성 수면무호흡증 환자의 자연 수면 중에 발생하는 상기도의 변화 상태를 도전을 단층 영상법을 이용하여 영상화하고 진단에 필요한 정보를 추출할 수 있는 상기도 폐쇄 양상의 영상화 및 진단장치에 관한 것이다.

배경 기술

[0002]

폐쇄성 수면무호흡증(obstructive sleep apnea syndrome, OSAS)은 수면 중에 반복적으로 상기도의 완전폐쇄나 부분폐쇄가 일어나는 질환이다.

[0003]

호흡을 위해 흡기된 공기가 반드시 상기도라는 연조직 관(tube) 구조를 통과해야 하기 때문에, 상기도의 폐쇄경향은 관의 형태 및 관을 통과하는 공기의 유체역학적 특성에 따라 큰 영향을 받으며, 따라서 상기도 폐쇄 유무 및 폐쇄 양상에 대한 정보는 수면무호흡증의 대부분을 차지하는 폐쇄성 수면무호흡증의 근원적 원인규명 및 치료를 위한 진단정보가 될 수 있다. 수면무호흡증은 호흡이 10초(sec) 이상 멈추는 증상인 무호흡(apnea) 혹은 10초 이상 호흡기류가 30% 이상 감소하면서 3% 이상의 산소포화도 저하나 각성(arousal)이 동반되는 저호흡(hypopnea)의 횟수가 한 시간에 5회 이상 발생하는 경우로 정의된다. 국내외 연구결과를 살펴보면 폐쇄성 수면무호흡증은 성인 남성에서 흔히 발생하지만, 연령이 증가함에 따라 남녀에 관계없이 유병률이 증가하고 증상이 악화되며, 체질량지수(body mass index, BMI)로 대변되는 비만도와 유의한 상관관계를 보이고 있다.

[0004]

이러한 폐쇄성 수면무호흡증은 심혈관계 질환, 내분비 질환, 신경정신계 질환, 성의학적 질환 등 다양한 합병증을 일으킨다. 그렇기 때문에 폐쇄성 수면무호흡증은 상기한 의학적 합병증 유발에 따른 보건 의료비용의 상승, 주간 졸음에 따른 교통사고 및 산업 재해 유발에 의한 사회적/경제적 비용 증가를 초래하고 있다.

[0005]

이를 해결하고자 폐쇄성 수면무호흡증에 대한 다양한 치료 방법이 제안된 바 있다. 현재 폐쇄성 수면무호흡증에

대한 치료법으로는 비만 환자에 대한 체중조절을 제외하고는 지속기도양압기(continuous positive airway pressure: CPAP), 수술(surgery), 구강내 장치(oral appliance)의 3가지로 크게 구분한다.

[0006]

CPAP은 수면시 코를 통해 인위적으로 양압의 공기를 주입하여 상기도 폐쇄를 해소해 주는 장치로서, 성공률은 90% 이상으로 다른 방법에 비해 높지만 수면시마다 기기를 장착하고 자야 하는 불편함으로 인해 치료를 중단하는 경우가 많은 문제점이 있었다. 또한 수술 치료법은 각 환자의 수면 상태에서 상기도의 폐쇄 양상을 진단할 수 있는 영상 검사법이 없어 적절한 수술 대상 환자의 선택 및 수술 실패 요인 분석에 어려움이 있었다. 구강내 장치 중 현재까지 임상적으로 사용되는 장치는 하악전진장치(mandibular advancement device: MAD)이며, MAD는 설근부 후방을 넓혀주는 것으로 상기도 폐쇄가 설근부의 전후방으로 주로 일어나는 환자를 선별해서 적용하면 치료 성공률을 높일 수 있겠지만, MAD의 경우도 치료 전후의 자연 수면시 상기도 변화를 진단할 수 있는 검사법이 없어 치료 성공 혹은 실패 원인을 규명하는데 어려움이 있었다.

[0007]

이와 같이 지속기도양압기를 이용한 치료법은 성공률이 가장 높지만 심한 불편함으로 인하여 치료 중단 비율이 높고, 수술이나 하악전진장치는 자연 수면시 상기도 폐쇄양상을 진단하는 검사방법의 부재로 인하여 치료방법의 성공률이 낮게 나타나고 있다. 따라서 자연 수면 상태에서 상기도 폐쇄 여부 및 변화 양상을 진단할 수 있는 방법의 필요성이 대두되고 있다.

[0008]

물론 종래에도 상기도의 폐쇄 양상을 진단하기 위한 다양한 영상 검사방법들이 있었다. 예를 들어, 수면비디오 투시검사(Sleep videofluoroscopy: SVF), 동적 자기공명영상(Cine-MRI), 유도 수면 상기도내시경(Drug-Induced Sleep Endoscopy: DISE) 등의 검사 방법이 있다. 그러나 이러한 영상 검사방법들은 모두 진정제를 투여하여 인위적인 수면을 유도한 뒤 30분 내외의 짧은 시간 동안 시행하는 검사방법들로 실제 수면과 차이가 있는 한계가 있다. 뿐만 아니라 SVF 검사는 2차원적 평면 검사로 영상의 정밀도가 낮으며, 상기도 좌우의 움직임을 평가할 수 없고, 방사선 노출이 불가피하여 반복 검사가 제한적이다. Cine-MRI는 영상의 정밀도는 높으나, 서로 다른 높이의 상기도 영상을 3차원적으로 동시에 획득할 수 없어 전체 상기도 영역의 실시간 평가가 불가능하고, 비용이 매우 높아 주로 연구 목적으로 사용되며 OSAS 환자 평가에 일반적으로 사용할 수 없다. DISE는 방사선 노출을 피할 수 있어 점차 사용이 늘고 있지만, 내시경에 의한 상기도 자극으로 검사 중에 환자의 자연 수면을 방해하며, 특히 다양한 해부학적 구조물들에 의한 복합적 폐쇄가 일어나는 경우 측정 시야가 제한되어, 전체적인 폐쇄 양상 평가가 어려웠다.

[0009]

그 결과 종래의 검사방법으로는 폐쇄성 수면무호흡증 환자의 상기도 폐쇄 부위를 자연 수면상태에서 장시간에 걸쳐 정확하게 확인할 수 없어 폐쇄성 수면무호흡증 환자의 상기도 폐쇄 양상을 정확하게 진단할 수 없었다. 폐쇄성 수면무호흡증 환자의 상기도 폐쇄 양상은 개인마다 다르기 때문에, 개인별 차이를 진단할 수 있도록 자연 수면 상태에서 수행 가능한 상기도 폐쇄 양상 진단 기술에 대한 필요성이 대두되고 있다.

선행기술문헌

특허문헌

[0010]

(특허문헌 0001) US 2012-0130205 A (Burton, D. et al.) 2012. 5. 24.

(특허문헌 0002) US 8105242 B (Teschner, E. et al.) 2012. 1. 31.

발명의 내용

해결하려는 과제

[0011]

본 발명의 목적은 상기한 문제점을 해결하기 위한 것으로, 저비용이면서 방사선 노출의 위험 없이 장시간의 검사가 가능하여 수 시간에 걸친 자연 수면 중에 발생하는 상기도의 폐쇄 양상을 효과적으로 검사할 수 있는 진단 장치를 제공하는 것이다.

과제의 해결 수단

[0012]

본 발명의 일 실시예에 따른 도전을 단층 영상법을 이용한 상기도 폐쇄 양상의 영상화 및 진단장치는 상기도의 형태 변화에 따라 변화하는 전기장 분포를 측정하는 도전을 신호 측정부; 상기 측정된 전기장 분포의 변화 데이터를 이용하여 상기도의 도전을 영상을 복원하고 상기 복원된 도전을 영상으로부터 특성 정보를 추출하는 특성

검출부; 및 상기 추출된 특성 정보 또는 상기 복원된 도전을 영상을 표시하는 영상 및 진단정보 출력부를 포함한다.

- [0013] 바람직하게는, 상기도 영역 주변의 얼굴 표면에 부착되는 다채널 전극을 구비하는 다채널 전극 인터페이스를 더 포함하고, 상기 도전을 신호 측정부는, 상기 다채널 전극 인터페이스를 통해 전류를 주입하고, 상기 주입된 전류에 의해 유기된 전압을 측정하여 상기 전기장 분포의 변화를 측정한다.
- [0014] 바람직하게는, 상기 특성 검출부는 특성 추출 알고리즘을 이용하여 상기도 면적의 변화 또는 상기도 영역의 기하학적 특성을 추출한다.
- [0015] 바람직하게는, 상기 특성 검출부는 모니터링을 통해 측정된 전기장 분포의 변화 데이터를 이용하여 잡음 제거를 수행한다.
- [0016] 바람직하게는, 상기 특성 검출부는 구간 데이터의 패턴 분석 또는 특성 정보의 평균값을 이용하여 잡음 제거를 수행한다.
- [0017] 바람직하게는, 상기 도전을 신호 측정부는 상기 상기도의 도전을 영상이 초당 50장 내지 100장으로 복원되도록 상기 전기장 분포를 고속으로 측정한다.
- [0018] 바람직하게는, 상기 영상 및 진단정보 출력부는 복수의 레이어에 대응하는 상기 특성 정보 또는 상기 도전을 영상을 동기화하여 제공한다.
- [0019] 바람직하게는, 상기 영상 및 진단정보 출력부는 폐쇄성 수면무호흡증 치료 증례에 대한 데이터를 저장하는 학습형 데이터베이스에 기반하여 상기 특성 정보와 대응하는 진단정보를 제공한다.
- [0020] 본 발명의 다른 실시예에 따른 도전을 단층 영상법을 이용한 상기도 폐쇄 양상의 영상화 및 진단장치는 다채널 전극 인터페이스; 및 상기 다채널 전극 인터페이스로부터 전달되는 전류-전압 데이터를 이용하여 도전을 영상을 복원하는 영상화 장치를 포함하고, 상기 다채널 전극 인터페이스는, 상기도 영역 주변의 얼굴 표면에 부착되는 다채널 전극; 및 상기 다채널 전극의 외부를 감싸는 형태로 구성되는 보호장구를 포함한다.
- [0021] 바람직하게는, 상기 다채널 전극은 은(Ag) 도금된 탄성섬유 또는 고분자 나노섬유(PVDF nanofiber web)를 기반으로 제작된 전도성 섬유전극을 포함한다.
- [0022] 바람직하게는, 상기 다채널 전극은 복수의 레이어로 구성되는 3차원적 배열로 배치된다.

발명의 효과

- [0023] 본 발명에 따른 도전을 단층 영상법을 이용한 상기도 폐쇄 양상의 영상화 및 진단장치는 비용이 저렴하면서도 방사선 노출의 위험 없이 반복 검사가 가능하며, 실제 자연수면 상태에서 장시간 동안 검사가 가능하기 때문에 상기도 폐쇄 양상을 정확하게 진단할 수 있다.
- [0024] 본 발명에 따른 도전을 단층 영상법을 이용한 상기도 폐쇄 양상의 영상화 및 진단장치는 초당 50 내지 100장의 도전을 영상 복원이 가능한 고속측정을 수행함으로써 짧은 시간 동안에 발생하는 상기도 폐쇄 현상을 보다 정확하게 검출할 수 있다.
- [0025] 본 발명에 따른 도전을 단층 영상법을 이용한 상기도 폐쇄 양상의 영상화 및 진단장치는 자연 수면상태에서 모니터링을 수행하며 반복적으로 발생하는 상기도 폐쇄 데이터를 이용하여 잡음 제거를 수행함으로써 측정의 정확도를 향상시킬 수 있다.
- [0026] 본 발명에 따른 도전을 단층 영상법을 이용한 상기도 폐쇄 양상의 영상화 및 진단장치는 3차원적으로 측정된 상기도 폐쇄 양상에 관한 정보를 제공함으로써 보다 정확하고 효과적인 진단을 도모할 수 있다.
- [0027] 본 발명에 따른 도전을 단층 영상법을 이용한 상기도 폐쇄 양상의 영상화 및 진단장치는 실제 수면시간에 해당하는 장시간 동안 측정된 도전을 영상으로부터 추출된 변수 데이터를 제공함으로써, 사용자가 장시간의 도전을 영상을 직접 확인할 필요없이 폐쇄성 수면무호흡증 치료에 유용한 정보를 제공받을 수 있다.

도면의 간단한 설명

- [0028] 도 1a 및 도 1b는 상기도 영역에 부착되는 다채널 전극 인터페이스의 예를 도시하는 도면이다.
- 도 2는 본 발명의 도전을 단층 영상법을 이용한 상기도 폐쇄 양상의 영상화 및 진단장치의 구성도이다.

도 3a 및 3b는 특성 검출부가 특성 추출 알고리즘을 이용하여 상기도 영역 이미지의 기하학적 특성을 추출하는 동작을 설명하기 위한 예시도이다.

도 4는 특성 검출부가 특성 추출 알고리즘을 이용하여 추출한 특성 정보값의 시간에 따른 변화를 나타내는 그래프이다.

도 5는 상기도 개방과 폐쇄가 일어나는 시점에서 측정된 데이터로부터 복원한 도전을 영상이다.

도 6은 상기도 개방과 폐쇄가 반복되는 상황에서 측정된 전압 데이터로부터 복원한 도전을 값의 시변 데이터를 나타내는 그래프이다.

발명을 실시하기 위한 구체적인 내용

[0029]

본 발명은 도전을 단층 영상법(Electrical Impedance Tomography: EIT)을 이용하는데, EIT는 인체 표면에 부착된 전극을 통해 낮은 전류를 인체에 주입하고, 주입전류에 의해 유도된 전압 데이터를 측정하여 내부의 도전을 분포를 영상화하는 기술을 말한다. 공기의 도전율과 유전율은 빠, 근육, 지방, 피부 등 주변 생체 조직의 도전을 및 유전율과 큰 차이가 있기 때문에, 상기도는 도전을 변화에 따라 그 구조 및 형태의 변화를 검출할 수 있는 매우 좋은 측정 조건을 가지고 있다. 일반적으로 EIT를 통해 획득되는 영상 데이터의 화질은 타 영상 검사법에 비해 떨어지지만, 폐쇄성 수면무호흡의 진단을 위해서는 장시간의 자연 수면 중에 상기도의 폐쇄 여부 및 폐쇄 양상을 비침습적으로 진단하는 것이 더 중요하기 때문에 EIT가 적합한 방법으로 고려될 수 있다.

[0030]

이하, 본 발명에 따른 도전을 단층 영상법을 이용한 상기도 폐쇄 양상의 영상화 및 진단장치의 바람직한 실시예를 첨부된 도면을 참조하여 상세하게 설명한다.

[0031]

도 1a 및 도 1b는 상기도 영역에 부착되는 다채널 전극 인터페이스의 예를 도시하는 도면이다.

[0032]

도 1a를 참조하면, 상기도 영역 주변의 얼굴 표면에 다채널 전극(10)이 부착된다. 도 1b를 참조하면, 부착된 전극(10)을 보호하기 위해 전극(10)의 외부를 감싸는 형태로 구성된 벨트 또는 마스크 형태의 보호장구(20)를 착용할 수 있다. 이러한 형태의 보호장구(20)는 사용자(환자)가 자연 수면 시 압박을 느끼는 정도를 감소시킴과 동시에 유도전압을 측정할 수 있는 정도의 접촉수준을 유지하는 역할을 하며, 기존 초음파 프로브의 압력 정도에 비해 압박감이 매우 감소된다. 따라서 이러한 구조의 다채널 전극 인터페이스를 사용하여 자연 수면 상태에서 장시간동안 사용자(환자)의 상기도 폐쇄 여부를 용이하게 측정할 수 있다. 일 실시예에서, 다채널 전극(10)은 은(Ag) 도금된 탄성섬유 또는 고분자 나노섬유(PVDF nanofiber web)를 기반으로 제작된 전도성 섬유전극을 포함한다. 전도성 섬유기반 건식 전극 인터페이스는 장시간 측정에 대한 피부 반응이 적고 다양한 형태로 가공할 수 있는 장점이 있다.

[0033]

한편, 다채널 전극 인터페이스는 마스크형 또는 벨트형 배열의 전극으로 구성될 수 있다. 예를 들어, 16, 32, 64 또는 256채널의 전극을 2차원 또는 3차원으로 배열하는 방식으로 전극 배열 구조와 측정 구조의 변경을 통하여 상기도 근처 표면에서의 전기장 분포를 효과적으로 측정할 수 있다. 일 실시예에서, 다채널 전극 인터페이스는 복수의 레이어로 구성되는 3차원적 배열로 전극을 배치하여 각각의 레이어에 대응하는 도전을 영상의 제공이 가능하게 함으로써, 특정 위치에서의 2차원적인 단면 영상만을 제공하는 종래의 방법보다 정확하고 효과적인 진단을 도모할 수 있다. 또한, 다채널 전극 인터페이스는 다양한 구조의 고밀도 배열 전극에서 독립적 다채널 측정이 가능한 스위칭 모듈을 제공할 수 있다. 이러한 고밀도 배열 전극을 사용함으로써 도전을 영상의 공간적 분해능력을 향상시키고, 내부 도전을 변화에 의한 외부 전기장 분포 변화의 고감도 측정이 가능하다.

[0034]

여기서, 본 발명의 다채널 전극 인터페이스는 마스크형 또는 벨트형 배열 전극의 형상으로 반드시 한정하지는 않는다. 이외에도 자연 수면 시 착용자가 느끼는 압박감을 최소화하면서 데이터 측정수준을 높이기 위한 접촉수준을 고려하여 다른 형상이나 구조를 가지는 배열의 다채널 전극 인터페이스도 충분히 적용될 수 있다.

[0035]

상기 다채널 전극 인터페이스의 각각의 전극은 환자가 감지할 수 없는 비교적 낮은 전류, 예를 들면 1mA 이하의 고주파 전류를 주입하고 유도 전압을 측정하는데 사용된다. 상기 전극을 통해 측정된 전류-전압 데이터는 영상화 알고리즘을 통해 상기도의 형태를 검출하는데 사용된다.

[0036]

도 2는 본 발명의 도전을 단층 영상법을 이용한 상기도 폐쇄 양상의 영상화 및 진단장치의 구성도이다.

[0037]

도 2를 참조하면, 도전을 신호 측정부(120)는 다채널 전극 인터페이스(110)를 이용하여 상기도의 형태 변화에 의해 발생하는 전기장 분포의 변화를 측정한다. 상술한 바와 같이, 다채널 전극 인터페이스(110)는 마스크형 또는 벨트형으로 배열된 16, 32, 64 또는 256채널의 전극으로 구성될 수 있으며, 전극을 보호하기 위한 벨트 또는

마스크 형태의 보호장구를 포함할 수 있다. 도전을 신호 측정부(120)는 다채널 전극 인터페이스(110)를 통하여 인체에 안전한 범위 내의 전류를 여러 주파수에서 주입하고, 주입된 전류에 의해 유기된 전압을 여러 주파수에서 측정하여 상기도 주변 영역의 외부 전기장 분포의 변화를 측정한다. 일 실시예에서, 상기 전류의 주파수는 10Hz 내지 1MHz 사이의 주파수를 사용할 수 있다.

[0038] 도전율 신호 측정부(120)는 고감도 전기장 영상화 기술을 지원하기 위하여 생체의 작은 전압 변화를 측정하는 저잡음 신호측정 방법을 사용할 수 있다. 측정의 정밀도를 유지하기 위하여, 정확하고 안정된 전류의 항시 주입과 이로 인해 유도된 전압의 안정된 증폭이 필요하며, 다채널 측정 모듈의 전압이득이 모든 측정 주파수에서 균질해야 한다. 따라서, 일 실시예에서, 도전율 신호 측정부(120)는 주입전류를 생성하는 모든 전자회로의 특성을 균질하게 하는 주입전류회로 보정, 전압측정 회로의 특성을 균질하게 하는 전압 이득 보정과 위상 보정, DC 오프셋 조정을 수행함으로써 측정의 정밀도를 향상시킬 수 있다.

[0039] 또한, 고해상도 전기장 영상화를 위해 고밀도 배열 전극을 이용하는 다채널 측정모듈이 제공될 수 있다. 일 실시예에서, 도전율 신호 측정부(120)는 짧은 시간 동안에 발생하는 상기도 폐쇄 현상을 정확하게 검출하기 위해 초당 50 내지 100장의 영상 복원이 가능하도록 빠르게 데이터를 측정할 수 있다. 이를 위해 도전율 신호 측정부(120)는 다채널 측정모듈을 사용하고, 각 모듈에서는 파이프라이닝 기술을 사용하여 전류의 주입, 전압의 측정, 측정 전압의 복조와 전송 등 일련의 신호처리 과정이 연속 순차적으로 수행되도록 할 수 있다.

[0040] 특성 검출부(130)는 도전율 신호 측정부(120)가 측정한 데이터를 기반으로 영상을 복원하고, 장시간 측정된 데이터를 이용하여 측정한 데이터의 품질을 개선하는 신호처리를 수행하며, 복원된 영상을 기반으로 상기도 폐쇄 영상에 대한 특성 정보를 추출한다.

[0041] 특성 검출부(130)는 도전율 신호 측정부(120)를 통해 측정된 전기장 분포의 변화를 이용하여 도전율 영상을 복원한다. 상술한 바와 같이, 전기장 분포의 변화는 도전율 신호 측정부(120)가 다채널 전극 인터페이스(110)를 통해 측정하는 전류-전압 데이터의 형태로 측정된다. 도전율 영상 복원을 위해서 통상의 EIT 기술에서 사용하는 민감도 행렬(sensitivity matrix)을 사용한다. 민감도 행렬의 역행렬을 구해서 영상복원 행렬을 계산한다. 이때 영상복원 행렬의 품질을 개선하기 위해 정규화(regularization)나 TSVD(truncated singular value decomposition)와 같은 수학적 기법들이 적용될 수 있다. 미리 준비한 영상복원 행렬과 측정한 전압 데이터 사이의 곱셈 계산으로 도전율 영상을 계산한다. 일 실시예에서 도전율 영상의 화소수는 4096, 16385 또는 65536가 될 수 있고, 이에 따라 64x64, 128x128 또는 256x256의 영상으로 복원될 수 있다.

[0042] 특성 검출부(130)는 전기장 분포 측정 데이터로부터 영상을 복원하기 위해 시간차 및 주파수차 도전율 영상법을 사용할 수 있다. 시간차 도전율 영상법은 상기도 개방 또는 폐쇄 시의 측정 전압 데이터와 다른 시간에 측정된 전압 데이터의 차를 이용하여 영상복원을 수행한다. 주파수차 도전율 영상법은 동일 시간에 측정된 여러 주파수의 전압 데이터들 중에서 하나의 주파수의 전압 데이터와 다른 주파수의 전압 데이터의 차를 이용하여 영상복원을 수행한다. 특성 검출부(130)는 보다 정교한 영상 복원을 위해 시간차 도전율 영상법 및 주파수차 도전율 영상법을 동시에 사용할 수 있다. 일 실시예에서, 특성 검출부(130)는 짧은 시간 동안에 발생하는 상기도 폐쇄 현상을 보다 정확하게 검출하기 위해, 도전율 신호 측정부(120)가 측정한 데이터로부터 상기도 영역의 도전율 영상을 초당 50 내지 100장으로 고속 복원할 수 있다.

[0043] 특성 검출부(130)는 수 시간에 걸친 모니터링을 통해 측정된 대용량 전기장 분포 측정 데이터를 이용하여 잡음을 제거함으로써 데이터의 품질을 개선할 수 있다. 예를 들어, 특성 검출부(130)는 상기도의 폐쇄 여부 및 움직임에 따른 간섭 신호 패턴의 분석 또는 폐쇄의 정도 및 빈도의 시간에 따른 분석을 이용하여 잡음 제거를 수행할 수 있다. 실제 수면이 이루어지는 수 시간 동안 측정된 데이터는 혈류의 공급에 의한 도전율 변화, 침 삼킴 등의 동작에 의한 도전율 변화, 호흡과 관련된 도전율 변화와 더불어 환자의 움직임, 외부 방해신호 등에 영향을 받으므로 이러한 노이즈를 제거하는 과정이 필요하다.

[0044] 잡음을 제거하기 위한 하나의 방법으로 구간 데이터의 패턴 분석을 이용하는 방법이 있다. 우선, 특성 검출부(130)는 상기도 폐쇄 시에는 공기 영역이 축소하고 따라서 측정된 전압 데이터가 감소하는 현상을 이용해서 상기도 폐쇄 시점을 검출한다. 일정 시간 동안 수집된 데이터에서 반복적으로 발생한 상기도 폐쇄 시점을 기준으로 각각의 구간에 해당하는 데이터들을 분리할 수 있다. 각각의 분리된 구간 데이터에서 상기도가 개방에서 폐쇄로 변하는 시간 동안에는 모든 전압 데이터가 감소해야하고, 상기도가 폐쇄에서 개방으로 변하는 시간 동안에는 모든 전압 데이터가 증가해야한다. 특성 검출부(130)는 각종 잡음과 방해신호의 영향에 의해 이러한 원리에 위배되는 패턴의 측정값을 가지는 구간 데이터를 품질이 낮은 데이터로 판단하여, 차후의 데이터 처리에서 제외하는 방식으로 측정과정에서 발생하는 노이즈를 효과적으로 제거할 수 있다.

- [0045] 잡음을 제거하기 위한 또 다른 방법으로 특성 정보의 평균값을 이용하는 방법이 있다. 특성 검출부(130)는 상기도 폐쇄 시점을 기준으로 분리된 전압 데이터 중에서 우수한 품질의 구간 데이터를 선별하고, 선별된 구간 데이터에서 특성 정보를 추출한다. 일 실시예에서, 우수한 품질의 데이터를 선별하기 위해 상술한 패턴 분석 방법을 사용할 수 있다. 일 실시예에서, 특성 검출부(130)는 특성 정보를 추출하기 위해 후술할 특성 추출 알고리즘을 사용할 수 있으며, 상기 특성 정보는 상기도 폐쇄의 모양 및 면적 변화 정보를 포함할 수 있다. 이렇게 추출한 우수한 데이터의 특성 정보를 기준으로, 다시 일정 시간 동안 수집한 구간 데이터에서 추출된 특성 정보와 앞서 측정된 우수한 구간 데이터들의 특성정보의 평균 값의 차이가 일정 범위가 벗어날 경우 해당 구간 데이터를 차후의 데이터 처리에서 제외하는 방식으로 노이즈를 제거할 수 있다.
- [0046] 특성 검출부(130)는 복원한 도전을 영상으로부터 상기도 폐쇄 여부 및 폐쇄 모양, 상기도의 면적 변화 및 폐쇄 빈도와 정도를 포함하는 특성 정보를 추출한다. 예를 들어, 0% 내지 100%까지의 면적 변화 정도, 분당 평균 몇 회 폐쇄가 발생하느냐의 폐쇄 빈도, 그리고 폐쇄 발생시 닫히는 모양 변화를 검출할 수 있다. 보다 구체적으로는, 도전을 영상을 이용하여 상기도 영역의 크기 정보를 추출할 수 있으며, 또한 시간에 대한 상기도 영역의 크기 변화를 추적할 수 있다. 뿐만 아니라 단면의 기하학적 특성을 추출하는 알고리즘을 적용하여 상기도 영역의 형태적 변화를 나타내는 특성 정보를 수치 및 그래프와 같이 보다 유용한 형태의 정보로 추출할 수 있다.
- [0047] 특성 검출부(130)는 폐쇄 모양이나 면적 등의 특성을 검출하기 위해 다양한 특성 추출 알고리즘(feature extraction algorithm)을 이용할 수 있다. 예를 들어, 반복적으로 발생한 다수의 상기도 폐쇄 영상으로부터 각 화소 값의 표준편차를 계산하고, 표준편차가 일정한 기준값 이상인 화소들로 상기도 영역을 정의할 수 있다. 이렇게 정의된 상기도 영역 내의 화소의 개수로부터 상기도 영역의 면적을 계산할 수 있다. 따라서, 상기도 영역 내의 화소의 개수의 변화를 통해 상기도 면적의 변화를 추정할 수 있으며, 이를 통해 상기도 폐쇄의 여부 및 빈도와 정도를 검출할 수 있다.
- [0048] 또한 특성 검출부(130)는 상기 특성 추출 알고리즘을 이용하여 상기도 영역 이미지의 기하학적 특성을 검출할 수 있다. 예를 들어, 정의된 상기도 영역 이미지의 가로 방향 및 세로 방향에 축을 설정하고, 상기 축을 기준으로 상기도 영역 이미지의 길이를 측정함으로써 상기도 영역의 모양 및 그 변화를 추정하는 변수를 추출할 수 있다. 이 때 축을 기준으로 한 상기도 영역 이미지의 길이는 해당 축과 평행하게 배열된 화소 중 가장 긴 길이의 화소군의 개수를 계산하는 등의 방법으로 측정될 수 있다. 경우에 따라 복수의 가로 또는 세로 방향 축을 이용하여 좀 더 복잡한 모양의 영역을 표현할 수 있는 변수를 추출할 수 있다.
- [0049] 도 3a 및 3b는 특성 검출부가 특성 추출 알고리즘을 이용하여 상기도 영역 이미지의 기하학적 특성을 추출하는 동작을 설명하기 위한 예시도이다.
- [0050] 도 3a를 참조하면, 특성 검출부는 도전을 영상의 가로 축(A) 및 세로 축(B)에 해당하는 상기도 영역의 길이를 측정하여 상기도 영역의 기하학적 특성에 기반하는 특성 정보를 추출할 수 있다. 이러한 상기도 영역의 기하학적 특성에 기반하는 특성 정보는 사용자에게 중요한 진단정보를 제공할 수 있다. 예를 들어, 세로 축(B)에서의 길이 변화가 가로 축(A)에서의 길이 변화에 비해 시간적으로 우선하여 발생함과 동시에 상대적으로 크게 발생한다면, 사용자는 세로 축(B) 방향의 움직임과 관련된 부위의 협착이 상기도 폐쇄를 유발하는데 원인을 제공함을 알 수 있다. 도 3b를 참조하면, 가로 축(A)과 함께 복수의 세로축(B, C)을 이용함으로써 보다 복잡한 모양의 상기도 영역의 기하학적 특성을 추출할 수 있다. 일 실시예에서, 복수의 축의 방향을 직교가 아닌 다른 각도를 이루도록 구성할 수 있다.
- [0051] 도 4는 특성 검출부가 특성 추출 알고리즘을 이용하여 추출한 특성 정보값의 시간에 따른 변화를 나타내는 그래프이다.
- [0052] 도 4를 참조하면, 그래프는 시간에 따라 폐쇄의 여부 및 상기도 형태의 특징을 판별할 수 있는 특성 정보를(예를 들어, A, B, C 및 면적정보) 도시할 수 있다. 사용자는 이러한 그래프를 통해 A, B가 같은 비율로 감소하여 폐쇄가 일어나는지, A가 먼저 큰 비율로 감소하고 일정 시간 후 B가 감소하는지 등을 분석함으로써 상기도 영역의 해부학적 구조 변화와 영상과의 관계를 해석할 수 있다. 즉, 이러한 특성정보를 통해 사용자는 단순히 영상을 육안으로 확인함으로써 얻을 수 없는 장시간에 걸친 상기도 폐쇄 빈도나 면적 변화, 상기도 수축 모양의 패턴과 같은 유용한 진단 정보를 용이하게 얻을 수 있다. 특히 EIT 영상의 해상도가 비교적 떨어진다는 점과 장시간의 자연수면 상태에서 일어나는 변화를 모두 영상으로만 확인 할 수 없다는 점을 고려할 때, 본 발명은 특성 정보를 이용하여 사용자에게 더욱 효과적으로 진단에 필요한 정보를 제공할 수 있다.
- [0053] 일 실시예에서, 특성 검출부(130)는 모니터링을 통해 수 시간 동안 측정된 데이터를 저장한 후, 일정 시간이 경

과하면 수집한 데이터 전체를 한꺼번에 처리하여 노이즈 제거 과정을 실시한 후 상기도의 개폐 여부, 빈도, 정도, 모양을 검출함으로써 데이터의 정확도를 향상시킬 수 있다.

[0054]

다시 도 2를 참조하면, 영상 및 진단정보 출력부(140)는 특성 검출부(130)가 추출한 상기도의 개폐 여부, 빈도, 모양, 면적 변화 등과 같은 변수를 포함하는 특성 정보를 사용자에게 표시하는 기능을 수행한다. 일 실시예에서, 3 차원 배열의 다채널 전극 인터페이스가 사용되는 경우, 영상 및 진단정보 출력부(140)는 복수의 레이어(Multi-layer)에 대응하는 도전을 영상 또는 그로부터 추출된 특성 정보들을 동기화하여 제공할 수 있다. 이러한 정보를 이용하여 사용자는 어느 위치(높이, 상하, 좌우, 또는 동시적)에서 폐쇄가 시작되고 진행되는지 그 과정을 시간에 따라 3차원적으로 분석하여 폐쇄의 원인을 유발하는 부위의 위치(예컨대 연구개 뒤 공간, 설기저부 뒤 공간), 폐쇄 진행 방향과 정도를 판단할 수 있다. 일 실시예에서, 영상 및 진단정보 출력부(140)는 특성 정보를 이용하는 폐쇄성 수면무호흡증의 치료 증례가 누적됨에 따라 발생하는 데이터들을 이용한 학습형 데이터베이스(DB)를 구비할 수 있고, 이러한 학습형 데이터베이스를 통해 특성 검출부(130)가 추출한 특성 정보에 포함된 변수들과 대응하는 증례를 검출하여 치료에 필요한 진단정보를(예를 들어 상기도 폐쇄 위치와 폐쇄 양상에 따른 수술 계획 수립 또는 하악전진장치 사용 후 수면무호흡증 개선 정도 예측) 사용자에게 제공할 수 있다. 또한 영상 및 진단정보 출력부(140)는 특성 정보 이외에도 특성 검출부(130)에서 복원한 도전을 영상을 제공할 수 있다.

[0055]

이와 같이 구성되는 도전을 단층 영상법을 이용한 상기도 폐쇄 양상의 영상화 및 진단장치(100)를 통해 자연 수면 상태에서 발생하는 수 시간에 걸친 상기도의 개폐 여부와 폐쇄의 정도, 빈도, 모양, 면적 등을 효과적으로 검출함과 동시에 피검자의 불편을 최소화할 수 있다.

[0056]

도 5는 상기도 개방과 폐쇄가 일어나는 시점에서 측정된 데이터로부터 복원한 도전을 영상이며, 도 6은 상기도 개방과 폐쇄가 반복되는 상황에서 측정된 전압 데이터로부터 복원한 도전을 값의 시변 데이터를 나타내는 그래프이다.

[0057]

이상과 같이 본 발명의 도시된 실시 예를 참고하여 설명하고 있으나, 이는 예시적인 것들에 불과하며, 본 발명이 속하는 기술 분야의 통상의 지식을 가진 자라면 본 발명의 요지 및 범위에 벗어나지 않으면서도 다양한 변형, 변경 및 균등한 타 실시 예들이 가능하다는 것을 명백하게 알 수 있을 것이다. 따라서 본 발명의 진정한 기술적 보호 범위는 첨부된 청구범위의 기술적인 사상에 의해 정해져야 할 것이다.

부호의 설명

[0058]

10 : 다채널 전극 20: 보호장구

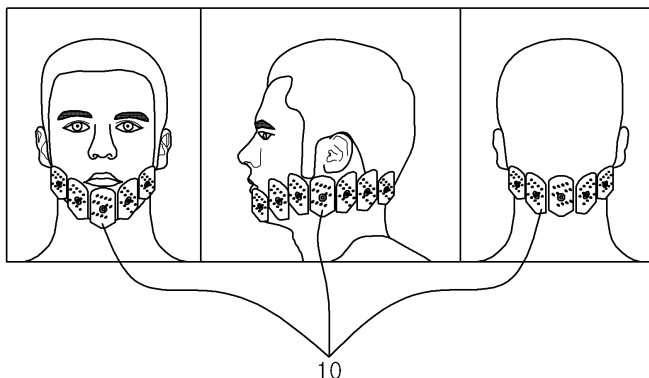
100 : 상기도 폐쇄 양상의 영상화 및 진단장치

110: 다채널 전극 인터페이스 120 : 도전을 신호 측정부

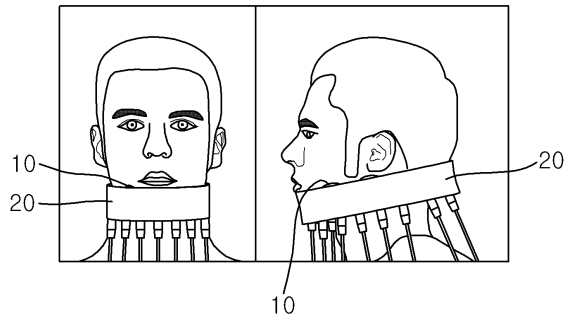
130 : 특성 검출부 140 : 영상 및 진단정보 출력부

도면

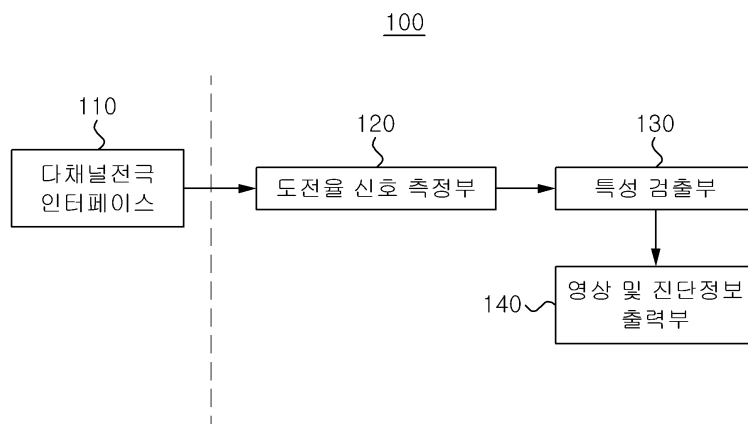
도면1a



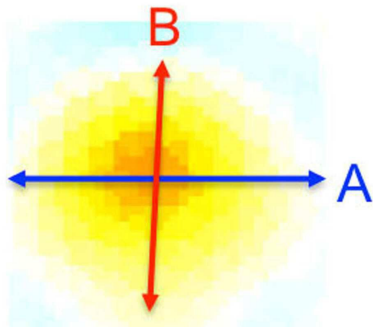
도면1b



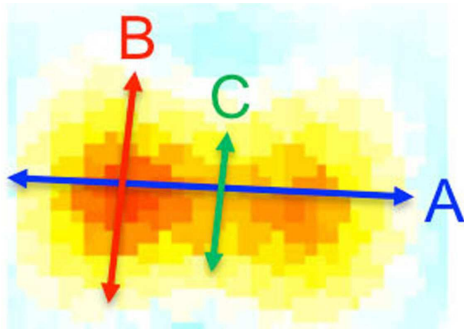
도면2



도면3a



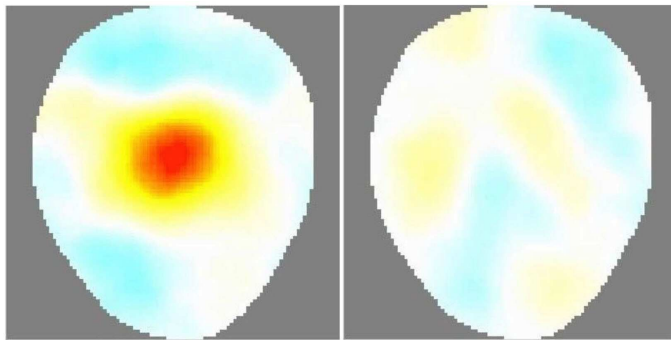
도면3b



도면4



도면5



도면6

