(19) 대한민국특허청(KR)
(12) 공개특허공보(A)

(11) 공개번호 10-2021-0153865
(43) 공개일자 2021년12월20일

(51) 국제특허분류(Int. Cl.)
A61B 18/14 (2006.01) *A61B 18/00* (2006.01)
A61B 18/12 (2006.01) *A61B 5/00* (2021.01)
A61B 90/00 (2016.01)
(52) CPC특허분류
A61B 18/1477 (2013.01)
A61B 18/1233 (2013.01)
(21) 출원번호 10-2020-0070740
(22) 출원일자 2020년06월11일
심사청구일자 2020년06월11일

(71) 출원인
인하대학교 산학협력단
인천광역시 미추홀구 인하로 100(용현동, 인하대학교)
(72) 발명자
김대유
인천광역시 연수구 송도문화로84번길 84, 103동 302호(송도동, 베르디움 더퍼스트)
조항찬
인천광역시 미추홀구 인하로105번길 8, 406호(용현동, 대성오피스텔)
(74) 대리인
양성보

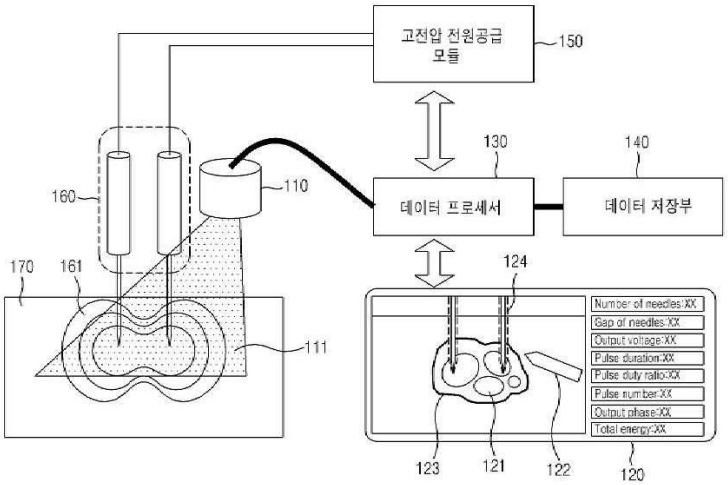
전체 청구항 수 : 총 10 항

(54) 발명의 명칭 **실시간 영상기술 기반 전기장 인가 시스템 및 방법**

(57) 요 약

실시간 영상기술 기반 전기장 인가 시스템 및 방법이 제시된다. 본 발명에서 제안하는 실시간 영상기술 기반 전기장 인가 시스템은 조직제거를 위한 생체조직의 2차원 및 3차원 분광학영상을 획득하기 위한 분광학영상 수집 프로브, 분광학영상 수집 프로브를 통해 획득된 분광학영상을 출력하기 위한 전기장출력 파라미터 및 영상 출력 장치, 전기장출력 파라미터 및 영상 출력 장치에 출력된 분광학영상에 대하여 조직제거를 위한 제거 범위를 마킹하는 마커, 마킹된 제거 범위에 기초하여 최적의 조직제거를 위한 전기장 출력 1차 파라미터를 계산하는 데이터 프로세서, 계산된 전기장 출력 1차 파라미터에 따른 전원을 공급하는 고전압 전원공급모듈 및 고전압 전원공급모듈로부터 전원을 공급 받고, 전기장 출력 1차 파라미터에 따른 전기장을 생체조직에 인가하여 비가역적 전기천공법을 통해 조직을 제거하는 전기 출력 프로브를 포함한다.

대 표 도



(52) CPC특허분류
A61B 5/0075 (2013.01)
A61B 90/361 (2016.02)
A61B 90/39 (2016.02)
A61B 2018/00577 (2013.01)
A61B 2018/00613 (2013.01)
A61B 2018/00642 (2013.01)
A61B 2018/00702 (2013.01)
A61B 2018/00791 (2013.01)
A61B 2018/00982 (2013.01)

이 발명을 지원한 국가연구개발사업
과제고유번호 1711104429
과제번호 2019M3E5D1A02069623
부처명 과학기술정보통신부
과제관리(전문)기관명 한국연구재단
연구사업명 혁신형의사과학자공동연구사업
연구과제명 소화기암 타겟 치료자극 전달형 의료기기 및 치료자극 반응형 약물방출기능을 가진 내시경 기반 융합치료시스템 개발
기 여 율 25/100
과제수행기관명 인하대학교의과대학부속병원
연구기간 2020.01.01 ~ 2020.12.31
이 발명을 지원한 국가연구개발사업
과제고유번호 1345315443
과제번호 2018R1A6A1A03025523
부처명 교육부
과제관리(전문)기관명 한국연구재단
연구사업명 중점연구소
연구과제명 [Ezbaro] 의과학연구소
기 여 율 25/100
과제수행기관명 인하대학교
연구기간 2020.03.01 ~ 2021.02.28
이 발명을 지원한 국가연구개발사업
과제고유번호 1711109249
과제번호 2019R1A2C1006814
부처명 과학기술정보통신부
과제관리(전문)기관명 한국연구재단
연구사업명 중견연구
연구과제명 [Ezbaro] 고해상도 망막 광수용체 세포 영상을 통한 황반변성 진단용 적응광학 레이저검안경 시스템 개발
기 여 율 25/100
과제수행기관명 인하대학교
연구기간 2020.03.01 ~ 2021.02.28
이 발명을 지원한 국가연구개발사업
과제고유번호 62884-15
과제번호 62884-15
부처명 과학기술정보통신부
과제관리(전문)기관명 한국연구재단
연구사업명 현장맞춤형 이공계 인재양성 지원사업(연구팀)
연구과제명 현장맞춤형 이공계 인재양성 지원사업(실전문제연구팀-15)
기 여 율 25/100
과제수행기관명 인하대학교
연구기간 2020.03.01 ~ 2020.12.31

명 세 서

청구범위

청구항 1

조직제거를 위한 생체조직의 2차원 및 3차원 분광학영상을 획득하기 위한 분광학영상 수집 프로브;

분광학영상 수집 프로브를 통해 획득된 분광학영상을 출력하기 위한 전기장출력 파라미터 및 영상 출력 장치;

전기장출력 파라미터 및 영상 출력 장치에 출력된 분광학영상에 대하여 조직제거를 위한 제거 범위를 마킹하는 마커;

마킹된 제거 범위에 기초하여 최적의 조직제거를 위한 전기장 출력 1차 파라미터를 계산하는 데이터 프로세서;

계산된 전기장 출력 1차 파라미터에 따른 전원을 공급하는 고전압 전원공급모듈; 및

고전압 전원공급모듈로부터 전원을 공급 받고, 전기장 출력 1차 파라미터에 따른 전기장을 생체조직에 인가하여 비가역적 전기천공법을 통해 조직을 제거하는 전기 출력 프로브

를 포함하는 전기장 인가 시스템.

청구항 2

제1항에 있어서,

데이터 프로세서는,

데이터 저장부에 미리 저장된 빅데이터 학습 기반의 인공지능 알고리즘을 통해 전기장 출력 1차 파라미터를 계산하는 -전기장 출력 1차 파라미터는 전기 출력 프로브의 개수, 프로브 사이 거리, 전압, 출력 펄스 폭, 펄스 폭 비율, 펄스 횟수, 전기장 인가 단계, 총 방출 에너지를 포함함-

전기장 인가 시스템.

청구항 3

제2항에 있어서,

전기장출력 파라미터 및 영상 출력 장치는,

데이터 프로세서에서 계산된 전기장 출력 1차 파라미터 및 전기장 출력 1차 파라미터에 따른 조직제거를 위한 지시선을 출력하는

전기장 인가 시스템.

청구항 4

제1항에 있어서,

분광학영상 수집 프로브를 통해 전기장 출력 1차 파라미터에 따른 전기장을 생체조직에 인가하여 비가역적 전기천공법을 통해 제거된 생체조직의 2차원 및 3차원 분광학영상을 다시 획득하고,

전기장출력 파라미터 및 영상 출력 장치를 통해 다시 획득된 분광학영상을 출력하고,

다시 획득된 분광학영상에 대하여 데이터 프로세서를 통해 마킹된 제거 범위의 달성 여부를 판단하여, 마킹된 제거 범위를 달성하지 못한 경우, 최적의 조직제거를 위한 전기장 출력 2차 파라미터를 계산하는

전기장 인가 시스템.

청구항 5

제4항에 있어서,

전기 출력 프로브는,

계산된 전기장 출력 2차 파라미터에 따른 전원을 고전압 전원공급모듈로부터 공급 받고, 전기장 출력 2차 파라미터에 따른 전기장을 생체조직에 인가하여 마킹된 제거 범위를 달성할 때까지 비가역적 전기천공법을 통한 조직제거를 반복하는

전기장 인가 시스템.

청구항 6

분광학영상 수집 프로브를 통해 조직제거를 위한 생체조직의 2차원 및 3차원 분광학영상을 획득하는 단계;

획득된 분광학영상을 전기장출력 파라미터 및 영상 출력 장치를 통해 출력하는 단계;

전기장출력 파라미터 및 영상 출력 장치에 출력된 분광학영상에 대하여 조직제거를 위한 제거 범위를 마커를 통해 마킹하는 단계;

마킹된 제거 범위에 기초하여 데이터 프로세서를 통해 최적의 조직제거를 위한 전기장 출력 1차 파라미터를 계산하는 단계;

계산된 전기장 출력 1차 파라미터에 따른 전원을 고전압 전원공급모듈을 통해 공급하는 단계; 및

전기 출력 프로브가 고전압 전원공급모듈로부터 전원을 공급 받고, 전기장 출력 1차 파라미터에 따른 전기장을 생체조직에 인가하여 비가역적 전기천공법을 통해 조직을 제거하는 단계

를 포함하는 전기장 인가 방법.

청구항 7

제6항에 있어서,

마킹된 제거 범위에 기초하여 데이터 프로세서를 통해 최적의 조직제거를 위한 전기장 출력 1차 파라미터를 계산하는 단계는,

데이터 저장부에 미리 저장된 빅데이터 학습 기반의 인공지능 알고리즘을 통해 전기장 출력 1차 파라미터를 계산하는 -전기장 출력 1차 파라미터는 전기 출력 프로브의 개수, 프로브 사이 거리, 전압, 출력 펄스 폭, 펄스 폭 비율, 펄스 횟수, 전기장 인가 단계, 총 방출 에너지를 포함함-

전기장 인가 방법.

청구항 8

제7항에 있어서,

데이터 프로세서에서 계산된 전기장 출력 1차 파라미터 및 전기장 출력 1차 파라미터에 따른 조직제거를 위한 지시선을 전기장출력 파라미터 및 영상 출력 장치를 통해 출력하는

전기장 인가 방법.

청구항 9

제6항에 있어서,

분광학영상 수집 프로브를 통해 전기장 출력 1차 파라미터에 따른 전기장을 생체조직에 인가하여 비가역적 전기천공법을 통해 제거된 생체조직의 2차원 및 3차원 분광학영상을 다시 획득하고, 전기장출력 파라미터 및 영상 출력 장치를 통해 다시 획득된 분광학영상을 출력하는 단계;

다시 획득된 분광학영상에 대하여 데이터 프로세서를 통해 마킹된 제거 범위의 달성 여부를 판단하는 단계; 및

마킹된 제거 범위를 달성하지 못한 경우, 데이터 프로세서를 통해 최적의 조직제거를 위한 전기장 출력 2차 파라미터를 계산하는 단계

를 더 포함하는 전기장 인가 방법.

청구항 10

제9항에 있어서,

계산된 전기장 출력 2차 파라미터에 따른 전원을 전기 출력 프로브가 고전압 전원공급모듈로부터 공급 받고, 전기장 출력 2차 파라미터에 따른 전기장을 생체조직에 인가하여 마킹된 제거 범위를 달성할 때까지 비가역적 전기천공법을 통한 조직제거를 반복하는

전기장 인가 방법.

발명의 설명

기 술 분 야

[0001] 본 발명은 실시간 영상기술 기반 전기장 인가 시스템 및 방법에 관한 것이다.

배 경 기 술

[0002] 특정한 전기 자극을 이용하여 세포막에 구멍을 내는 비가역적 전기천공법(Irreversible electroporation)은 강한 전기장을 세포 및 조직에 인가하여 구멍을 내고 조직의 괴사를 유도하는 조직제거술 중 하나이다. 비가역적 전기천공법은 세포 외 기질, 혈류 및 신경의 보존이 중요한 지점의 조직 제거에 효과적으로 사용되고 있다.

[0003] 목표 지점에 인가하는 전기장은 전압, 프로브 개수, 프로브 위치, 전기장 인가 주파수 등의 파라미터를 이용하여 조절된다. 매 순간 제거 대상의 크기, 위치 등의 특성은 달라지지만 기존 IRE 기기들은 제거 대상에 대한 최적화 전기장 파라미터를 제시하지 않고 전기장 인가 대상의 변화를 모니터링 하지 않는다. 또한, 처음 지정한 전기장 인가 파라미터를 유지하며 전기 자극을 가해주기 때문에 과도한 전기 자극으로 인하여 주변 정상조직 손상이 부작용으로 발생할 수 있다.

[0004] 이러한 문제점을 해결하기 위하여 조직 내 온도변화를 측정하여 전기신호를 조절하는 방법이 있지만, 이는 조직 내 온도 측정을 위한 침습적 온도 측정 기기/프로브가 요구되며 전기장 형성에 방해가 될 수 있다.

발명의 내용

해결하려는 과제

[0005] 본 발명이 이루고자 하는 기술적 과제는 분광학영상(Spectroscopic imaging)을 이용하여 전기장 인가 과정 중에 목표 지점을 비침습적으로 모니터링하고 영상분석 기반의 전기장 파라미터를 제어하기 위한 방법 및 장치를 제공하는데 있다.

과제의 해결 수단

[0006] 일 측면에 있어서, 본 발명에서 제안하는 실시간 영상기술 기반 전기장 인가 시스템은 조직제거를 위한 생체조직의 2차원 및 3차원 분광학영상을 획득하기 위한 분광학영상 수집 프로브, 분광학영상 수집 프로브를 통해 획득된 분광학영상을 출력하기 위한 전기장출력 파라미터 및 영상 출력 장치, 전기장출력 파라미터 및 영상 출력 장치에 출력된 분광학영상에 대하여 조직제거를 위한 제거 범위를 마킹하는 마커, 마킹된 제거 범위에 기초하여 최적의 조직제거를 위한 전기장 출력 1차 파라미터를 계산하는 데이터 프로세서, 계산된 전기장 출력 1차 파라미터에 따른 전원을 공급하는 고전압 전원공급모듈 및 고전압 전원공급모듈로부터 전원을 공급 받고, 전기장 출력 1차 파라미터에 따른 전기장을 생체조직에 인가하여 비가역적 전기천공법을 통해 조직을 제거하는 전기 출력 프로브를 포함한다.

[0007] 데이터 프로세서는 데이터 저장부에 미리 저장된 빅데이터 학습 기반의 인공지능 알고리즘을 통해 전기장 출력 1차 파라미터를 계산한다.

[0008] 전기장출력 파라미터 및 영상 출력 장치는 데이터 프로세서에서 계산된 전기장 출력 1차 파라미터 및 전기장 출력 1차 파라미터에 따른 조직제거를 위한 지시선을 출력한다.

[0009] 분광학영상 수집 프로브를 통해 전기장 출력 1차 파라미터에 따른 전기장을 생체조직에 인가하여 비가역적 전기천공법을 통해 제거된 생체조직의 2차원 및 3차원 분광학영상을 다시 획득하고, 전기장출력 파라미터 및 영상 출력 장치를 통해 다시 획득된 분광학영상을 출력하고, 다시 획득된 분광학영상에 대하여 데이터 프로세서를 통

해 마킹된 제거 범위의 달성 여부를 판단하여, 마킹된 제거 범위를 달성하지 못한 경우, 최적의 조직제거를 위한 전기장 출력 2차 파라미터를 계산한다.

[0010] 전기 출력 프로브는 계산된 전기장 출력 2차 파라미터에 따른 전원을 고전압 전원공급모듈로부터 공급 받고, 전기장 출력 2차 파라미터에 따른 전기장을 생체조직에 인가하여 마킹된 제거 범위를 달성할 때까지 비가역적 전기천공법을 통한 조직제거를 반복한다.

[0011] 또 다른 일 측면에 있어서, 본 발명에서 제안하는 실시간 영상기술 기반 전기장 인가 방법은 분광학영상 수집 프로브를 통해 조직제거를 위한 생체조직의 2차원 및 3차원 분광학영상을 획득하는 단계, 획득된 분광학영상을 전기장출력 파라미터 및 영상 출력 장치를 통해 출력하는 단계, 전기장출력 파라미터 및 영상 출력 장치에 출력된 분광학영상에 대하여 조직제거를 위한 제거 범위를 마커를 통해 마킹하는 단계, 마킹된 제거 범위에 기초하여 데이터 프로세서를 통해 최적의 조직제거를 위한 전기장 출력 1차 파라미터를 계산하는 단계, 계산된 전기장 출력 1차 파라미터에 따른 전원을 고전압 전원공급모듈을 통해 공급하는 단계 및 전기 출력 프로브가 고전압 전원공급모듈로부터 전원을 공급 받고, 전기장 출력 1차 파라미터에 따른 전기장을 생체조직에 인가하여 비가역적 전기천공법을 통해 조직을 제거하는 단계를 포함한다.

발명의 효과

[0012] 본 발명의 실시예들에 따르면 분광학 영상 기반의 목표 제거 범위 설정과 전기장 인가에 적합한 프로브 위치, 전기신호 파라미터 등을 이용하여, 제거 대상 모니터링 및 피드백을 통한 전기장 제어 기반의 최적의 비가역적 전기천공법 치료를 제공할 수 있다. 또한, 영상 처리 및 파라미터를 위해 데이터 프로세싱 엔진으로 GPU 병렬 컴퓨팅을 사용하며 AI를 이용한 전기장 제어 파라미터 도출과 영상 데이터 분석 및 획득 데이터를 빅데이터화할 수 있다.

도면의 간단한 설명

[0013] 도 1은 본 발명의 일 실시예에 따른 실시간 영상기술 기반 전기장 인가 시스템의 구성을 나타내는 면이다.

도 2는 본 발명의 일 실시예에 따른 실시간 영상기술 기반 전기장 인가 방법을 설명하기 위한 흐름도이다.

도 3은 본 발명의 일 실시예에 따른 조직제거를 위한 전기장 출력 1차 파라미터를 계산하는 과정을 설명하기 위한 도면이다.

도 4는 본 발명의 일 실시예에 따른 비가역적 전기천공법 시술 과정을 설명하기 위한 도면이다.

도 5는 본 발명의 일 실시예에 따른 전기장 출력 2차 파라미터를 계산하는 방법을 설명하기 위한 흐름도이다.

도 6은 본 발명의 일 실시예에 따른 전기장 출력 2차 파라미터의 재설정 예시를 나타내는 도면이다.

도 7은 본 발명의 일 실시예에 따른 전기장 출력 2차 파라미터의 재설정을 위한 영상 분석 예시를 나타내는 도면이다.

발명을 실시하기 위한 구체적인 내용

[0014] 본 발명은 목표 지점에 전기장을 인가하는 시스템 및 방법에 관한 것으로, 전기적 자극에 의한 목표 지점의 변화와 분광학영상(Spectroscopic imaging)의 원리를 이용한 실시간 전기 자극 모니터링 및 시스템 제어 기술이다. 해당 시스템은 영상 데이터와 전기장 인가 파라미터 처리 및 분석을 위한 AI, 빅데이터를 융합 및 응용한다. 본 발명을 통하여 전기장 인가 대상의 변화를 모니터링하고 영상 데이터 분석 기반의 최적 파라미터로 시스템 제어를 진행할 수 있다. 이하, 본 발명의 실시 예를 첨부된 도면을 참조하여 상세하게 설명한다.

[0016] 도 1은 본 발명의 일 실시예에 따른 실시간 영상기술 기반 전기장 인가 시스템의 구성을 나타내는 면이다.

[0017] 제안하는 실시간 영상기술 기반 전기장 인가 시스템은 분광학영상 수집 프로브(110), 전기장출력 파라미터 및 영상 출력 장치(120), 마커(122), 데이터 프로세서(130), 고전압 전원공급모듈(150), 전기 출력 프로브(160)을 포함한다.

[0018] 분광학영상 수집 프로브(110)는 조직제거를 위한 생체조직(170)의 2차원 및 3차원 분광학영상을 획득한다. 분광학영상 수집 프로브(110)는 분광학영상 원시 데이터(raw data)를 수집하기 위해 광스캐닝(111)을 수행하는 광학

프로브이다.

[0019] 전기장출력 파라미터 및 영상 출력 장치(120)는 분광학영상 수집 프로브를 통해 획득된 분광학영상을 출력한다.

[0020] 마커(122)는 전기장출력 파라미터 및 영상 출력 장치에 출력된 분광학영상에 대하여 조직제거를 위한 제거 범위를 마킹한다.

[0021] 데이터 프로세서(130)는 마킹된 제거 범위에 기초하여 최적의 조직제거를 위한 전기장 출력 1차 파라미터를 계산한다. 데이터 프로세서(130)는 데이터 저장부(140)에 미리 저장된 빅데이터 학습 기반의 인공지능 알고리즘을 통해 전기장 출력 1차 파라미터를 계산한다. 전기장 출력 1차 파라미터는 전기 출력 프로브의 개수, 프로브 사이 거리, 전압, 출력 펄스 폭, 펄스 폭 비율, 펄스 횟수, 전기장 인가 단계, 총 방출 에너지를 포함할 수 있다.

[0022] 생체조직(170)의 제거 대상(121)이 출력된 전기장출력 파라미터 및 영상 출력 장치(120)는 데이터 프로세서(130)에서 계산된 전기장 출력 1차 파라미터 및 전기장 출력 1차 파라미터에 따른 조직제거를 위해 사용자가 마커(122)를 이용하여 제거 범위를 표시한 지시선(123)을 출력한다. 또한, 전기 출력 프로브 삽입 위치(124)를 제시할 수 있다.

[0023] 고전압 전원공급모듈(150)은 계산된 전기장 출력 1차 파라미터에 따른 전원을 공급한다.

[0024] 전기 출력 프로브(160)는 고전압 전원공급모듈로부터 전원을 공급 받고, 전기장 출력 1차 파라미터에 따른 전기장(161)을 생체조직(170)에 인가하여 비가역적 전기천공법을 통해 조직을 제거한다.

[0025] 이후, 분광학영상 수집 프로브(110)를 통해 전기장 출력 1차 파라미터에 따른 전기장을 생체조직에 인가하여 비가역적 전기천공법을 통해 제거된 생체조직(170)의 2차원 및 3차원 분광학영상을 다시 획득하고, 전기장출력 파라미터 및 영상 출력 장치(120)를 통해 다시 획득된 분광학영상을 출력한다. 다시 획득된 분광학영상은 전기장 출력 1차 파라미터에 따른 조직 변성 범위를 나타낸다.

[0026] 다시 획득된 분광학영상에 대하여 데이터 프로세서(130)를 통해 마킹된 제거 범위(123)의 달성 여부를 판단하여, 마킹된 제거 범위를 달성하지 못한 경우, 최적의 조직제거를 위한 전기장 출력 2차 파라미터를 계산한다.

[0027] 전기 출력 프로브(160)는 계산된 전기장 출력 2차 파라미터에 따른 전원을 고전압 전원공급모듈(150)로부터 공급 받고, 전기장 출력 2차 파라미터에 따른 전기장(161)을 생체조직(170)에 인가하여 마킹된 제거 범위를 달성할 때까지 비가역적 전기천공법을 통한 조직제거를 반복한다.

[0029] 도 2는 본 발명의 일 실시예에 따른 실시간 영상기술 기반 전기장 인가 방법을 설명하기 위한 흐름도이다.

[0030] 제안하는 실시간 영상기술 기반 전기장 인가 방법은 크게 조직제거를 위한 전기장 출력 1차 파라미터를 계산하는 단계(210) 및 비가역적 전기천공법을 시술하는 단계(220)를 포함한다.

[0031] 더욱 상세하게는, 전기장 출력 1차 파라미터를 계산하는 단계(210)에서, 먼저 분광학영상 원시 데이터(raw data)를 수집하기 위해 광학 스캔을 시작한다(211).

[0032] 분광학영상 수집 프로브를 통해 조직제거를 위한 생체조직의 2차원 및 3차원 분광학영상을 획득한다(212).

[0033] 획득된 분광학영상을 전기장출력 파라미터 및 영상 출력 장치를 통해 출력한다(213).

[0034] 전기장출력 파라미터 및 영상 출력 장치에 출력된 분광학영상에 대하여 조직제거를 위한 제거 범위를 마커를 통해 마킹한다(214).

[0035] 마킹된 제거 범위에 기초하여 데이터 프로세서를 통해 최적의 조직제거를 위한 전기장 출력 1차 파라미터를 계산한다(215). 데이터 프로세서는 데이터 저장부에 미리 저장된 빅데이터 학습 기반의 인공지능 알고리즘을 통해 전기장 출력 1차 파라미터를 계산한다. 전기장 출력 1차 파라미터는 전기 출력 프로브의 개수, 프로브 사이 거리, 전압, 출력 펄스 폭, 펄스 폭 비율, 펄스 횟수, 전기장 인가 단계, 총 방출 에너지를 포함할 수 있다.

[0036] 생체조직의 제거 대상이 출력된 전기장출력 파라미터 및 영상 출력 장치는 데이터 프로세서에서 계산된 전기장 출력 1차 파라미터 및 전기장 출력 1차 파라미터에 따른 조직제거를 위한 지시선을 출력한다. 또한, 전기 출력 프로브 삽입 위치를 제시할 수 있다.

[0037] 다음으로, 비가역적 전기천공법을 시술하는 단계(220)에서 계산된 전기장 출력 1차 파라미터에 따른 전원을 고

전압 전원공급모듈을 통해 공급한다(221). 전기 출력 프로브가 고전압 전원공급모듈로부터 전원을 공급 받고, 전기장 출력 1차 파라미터에 따른 전기장을 생체조직에 인가하여 비가역적 전기천공법을 통해 조직을 제거한다.

[0038] 이후, 분광학영상 수집 프로브를 통해 전기장 출력 1차 파라미터에 따른 전기장을 생체조직에 인가하여 비가역적 전기천공법을 통해 제거된 생체조직의 2차원 및 3차원 분광학영상을 다시 획득한다(222). 전기장출력 파라미터 및 영상 출력 장치를 통해 다시 획득된 분광학영상을 출력한다.

[0039] 다시 획득된 분광학영상에 대하여 데이터 프로세서를 통해 마킹된 제거 범위의 달성 여부를 판단하고(223), 마킹된 제거 범위를 달성하지 못한 경우, 데이터 프로세서를 통해 최적의 조직제거를 위한 전기장 출력 2차 파라미터를 계산한다(224).

[0040] 마킹된 제거 범위를 달성한 경우, 비가역적 전기천공 시술을 종료한다(225).

[0041] 전기장 출력 2차 파라미터를 계산하는 단계(224)는 영상내 지정 범위 중 전기장에 의한 변성 범위 영상을 추출하고, 전기장 출력 파라미터에 대응하는 조직 변성률을 계산한다. 전기장 출력 파라미터에 대응하는 조직 변성률 계산을 통해 추가 전기장 인가용 파라미터를 도출한다.

[0042] 전기 출력 프로브는 계산된 전기장 출력 2차 파라미터에 따른 전원을 고전압 전원공급모듈로부터 공급 받고, 전기장 출력 2차 파라미터에 따른 전기장을 생체조직에 인가하여 마킹된 제거 범위를 달성할 때까지 비가역적 전기천공법을 통한 조직제거를 반복한다.

[0044] 도 3은 본 발명의 일 실시예에 따른 조직제거를 위한 전기장 출력 1차 파라미터를 계산하는 과정을 설명하기 위한 도면이다.

[0045] 분광학영상 수집 프로브(110)는 조직제거를 위한 생체조직(170)의 2차원 및 3차원 분광학영상을 획득한다. 분광학영상 수집 프로브(110)는 분광학영상 원시 데이터(raw data)를 수집하기 위해 광스캐닝(111)을 수행하는 광학 프로브이다.

[0046] 전기장출력 파라미터 및 영상 출력 장치(120)에 생체조직(170)의 영상을 출력시킨다. 기기 사용자(예를 들어, 의사)는 출력된 영상에 마커(예를 들어, 터치펜)(122)을 이용하여 제거 대상(121)에 대한 제거 범위를 마킹(123)한다. 데이터 프로세서(130)는 제거 범위 마킹(123) 기반의 주변 조직에 손상을 최소화 하며 최적의 조직제거를 가능하게 하는 파라미터를 도출한다. 이때 데이터 프로세서(130)는 데이터 저장부(140)에 저장된 이전 시술을 통하여 확보된 빅데이터 학습 기반의 인공지능 알고리즘을 통하여 전기장 출력 파라미터를 계산한다. 이때 전기장 출력 파라미터는 전기 출력 프로브의 개수, 프로브 사이 거리, 전압, 출력 펄스 폭, 펄스 폭 비율, 펄스 횟수, 전기장 인가 단계, 총 방출 에너지 등을 포함한다.

[0048] 도 4는 본 발명의 일 실시예에 따른 비가역적 전기천공법 시술 과정을 설명하기 위한 도면이다.

[0049] 도 3에서 도출된 전기장 출력 파라미터를 고전압 전원공급모듈(150)에 적용하고, 전기장출력 파라미터 및 영상 출력 장치(120)에 파라미터를 출력한다. 사용자는 전기 출력 프로브(160)를 전기장출력 파라미터 및 영상 출력 장치(120)에 출력된 전기 출력 프로브 삽입 위치(124)에 맞추어 삽입하고 전기장을 인가한다. 이때, 인가된 전기장의 파라미터는 데이터 프로세서(130)에 의해 생성된 1차 전기 자극용 파라미터이다. 1차 구동 후 비가역적 전기천공법에 의하여 손상된 조직의 영상을 통하여 설정 파라미터와 전기장 인가 효과를 분석하여 추가 구동 파라미터를 설정하고 목표 범위에 다다를 때까지 반복한다. 사용된 전기장 파라미터, 분광학영상 데이터는 데이터 저장부(140)에 저장하여 데이터 프로세서(130)에서 최적의 전기장 출력 파라미터를 설정하기 위한 새로운 학습에 이용된다.

[0051] 도 5는 본 발명의 일 실시예에 따른 전기장 출력 2차 파라미터를 계산하는 방법을 설명하기 위한 흐름도이다.

[0052] 전기장 출력 2차 파라미터를 계산하는 방법은 먼저, 영상내 지정 범위 중 전기장에 의한 변성 범위 영상을 추출한다(510). 이후, 전기장 출력 파라미터에 대응하는 조직 변성률을 계산하고(520), 이에 따른 추가 전기장 인가용 파라미터를 도출한다(530).

[0054] 도 6은 본 발명의 일 실시예에 따른 전기장 출력 2차 파라미터의 재설정 예시를 나타내는 도면이다.

[0055] 도 6(a)는 전기장 출력 1차 파라미터에 따른 전기장의 예시를 나타낸다. 여기서, X축은 펄스의 시간축으로서 ms로 표시하였으나, 이는 실시예일뿐 ms 뿐만 아니라 μs 등 다양한 간격의 펄스를 사용할 수 있다.

[0056] 전기장 출력 1차 파라미터에 따른 전기장을 생체조직에 인가하여 비가역적 전기천공법을 통해 제거된 생체조직의 2차원 및 3차원 분광학영상을 다시 획득하고, 다시 획득된 분광학영상에 대하여 제거 범위를 달성하지 못한 경우, 최적의 조직제거를 위해 다시 계산되는 전기장 출력 2차 파라미터의 예시를 도 6(b) 및 도 6(c)에 나타내었다.

[0057] 본 발명의 일 실시예에 따르면, 전기장 출력 2차 파라미터는 도 6(b)와 같이 시간에 따라 출력되는 전기장의 세기를 조정할 수도 있고, 도 6(c)와 같이 동일한 세기의 전기장이 출력되는 시간 간격을 조정할 수도 있다.

[0059] 도 7은 본 발명의 일 실시예에 따른 전기장 출력 2차 파라미터의 재설정을 위한 영상 분석 예시를 나타내는 도면이다.

[0060] 도 7(a)는 예상 조직 변성 범위(710)과 전기장 출력 1차 파라미터에 의하여 전기 자극이 진행된 후 조직 변성 범위를 시스템이 비교한다. 이때 비교하기 위한 손상범위 세그멘테이션 기술이 포함된다.

[0061] 도 7(b)와 같이 전기장 출력 1차 파라미터에 의하여 전기 자극이 진행된 후 조직 변성 범위(720)가 예상 조직 변성 범위(710)보다 큰 경우, 출력 펄스 폭, 펄스 폭 비율, 펄스 횟수 및 전기 출력 프로브(1) 위치 등의 파라미터를 조절하여 휴지 기간(relaxation time)을 증가시켜 추후 전기 자극에서 주변 정상 조직의 손상을 최소화할 수 있게 한다. 예를 들어, 펄스 폭을 저감시키거나, 펄스 폭 비율을 저감시키거나, 출력 주파수를 조절하거나 전기 출력 프로브 거리를 증가시킬 수 있다.

[0062] 도 7(c)와 같이 전기장 출력 1차 파라미터에 의하여 전기 자극이 진행된 후 조직 변성 범위(730)가 예상 조직 변성 범위(710)보다 작은 경우, 출력 펄스 폭, 펄스 폭 비율, 펄스 횟수 및 프로브 위치 등의 파라미터를 조절하여 전기장 인가 시간을 증가시켜 조직 변성 효과를 증대시킨다. 예를 들어, 펄스 폭을 증가시키거나, 펄스 폭 비율을 증가시키거나, 출력 주파수를 조절할 수 있다.

[0064] 이상에서 설명된 장치는 하드웨어 구성요소, 소프트웨어 구성요소, 및/또는 하드웨어 구성요소 및 소프트웨어 구성요소의 조합으로 구현될 수 있다. 예를 들어, 실시예들에서 설명된 장치 및 구성요소는, 예를 들어, 프로세서, 콘트롤러, ALU(arithmetic logic unit), 디지털 신호 프로세서(digital signal processor), 마이크로컴퓨터, FPA(field programmable array), PLU(programmable logic unit), 마이크로프로세서, 또는 명령(instruction)을 실행하고 응답할 수 있는 다른 어떠한 장치와 같이, 하나 이상의 범용 컴퓨터 또는 특수 목적 컴퓨터를 이용하여 구현될 수 있다. 처리 장치는 운영 체제(OS) 및 상기 운영 체제 상에서 수행되는 하나 이상의 소프트웨어 애플리케이션을 수행할 수 있다. 또한, 처리 장치는 소프트웨어의 실행에 응답하여, 데이터를 접근, 저장, 조작, 처리 및 생성할 수도 있다. 이해의 편의를 위하여, 처리 장치는 하나가 사용되는 것으로 설명된 경우도 있지만, 해당 기술분야에서 통상의 지식을 가진 자는, 처리 장치가 복수 개의 처리 요소(processing element) 및/또는 복수 유형의 처리 요소를 포함할 수 있음을 알 수 있다. 예를 들어, 처리 장치는 복수 개의 프로세서 또는 하나의 프로세서 및 하나의 콘트롤러를 포함할 수 있다. 또한, 병렬 프로세서(parallel processor)와 같은, 다른 처리 구성(processing configuration)도 가능하다.

[0065] 소프트웨어는 컴퓨터 프로그램(computer program), 코드(code), 명령(instruction), 또는 이들 중 하나 이상의 조합을 포함할 수 있으며, 원하는 대로 동작하도록 처리 장치를 구성하거나 독립적으로 또는 결합적으로(collectively) 처리 장치를 명령할 수 있다. 소프트웨어 및/또는 데이터는, 처리 장치에 의하여 해석되거나 처리 장치에 명령 또는 데이터를 제공하기 위하여, 어떤 유형의 기계, 구성요소(component), 물리적 장치, 가상 장치(virtual equipment), 컴퓨터 저장 매체 또는 장치에 구체화(embody)될 수 있다. 소프트웨어는 네트워크로 연결된 컴퓨터 시스템 상에 분산되어서, 분산된 방법으로 저장되거나 실행될 수도 있다. 소프트웨어 및 데이터는 하나 이상의 컴퓨터 판독 가능 기록 매체에 저장될 수 있다.

[0066] 실시예에 따른 방법은 다양한 컴퓨터 수단을 통하여 수행될 수 있는 프로그램 명령 형태로 구현되어 컴퓨터 판독 가능 매체에 기록될 수 있다. 상기 컴퓨터 판독 가능 매체는 프로그램 명령, 데이터 파일, 데이터 구조 등을 단독으로 또는 조합하여 포함할 수 있다. 상기 매체에 기록되는 프로그램 명령은 실시예를 위하여 특별히

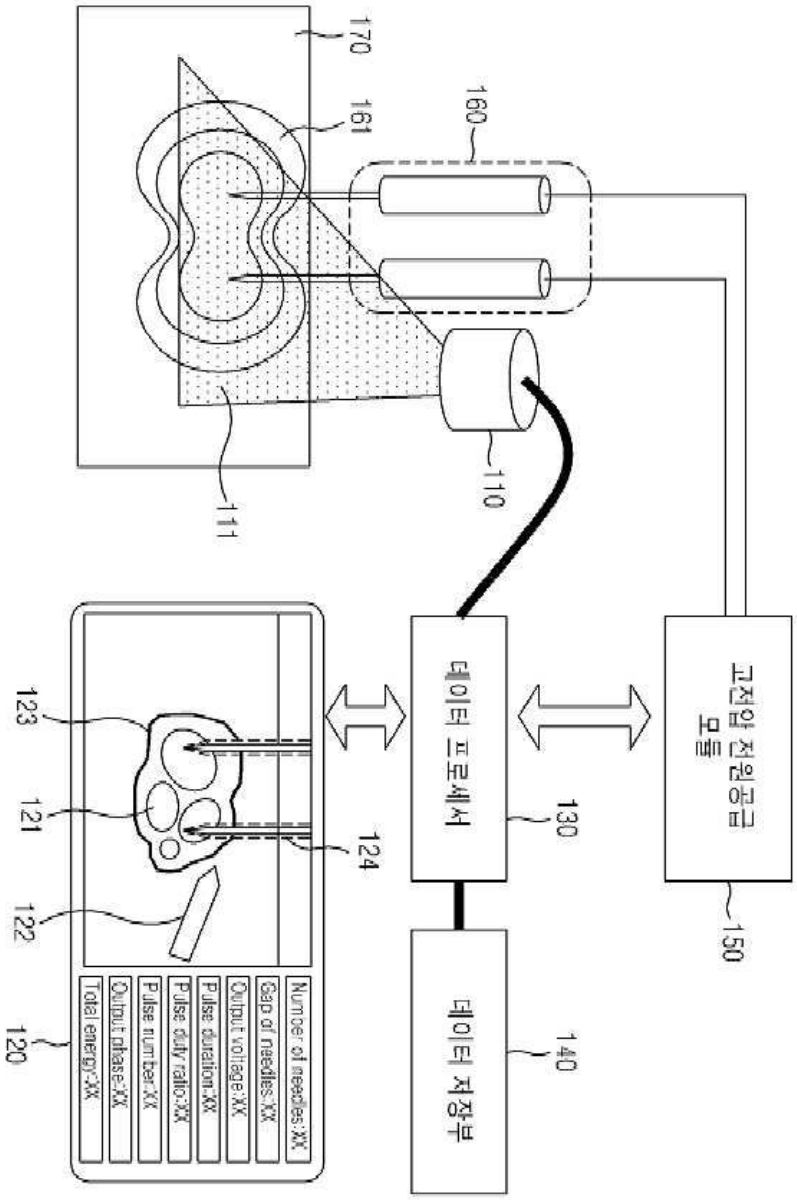
설계되고 구성된 것들이거나 컴퓨터 소프트웨어 당업자에게 공지되어 사용 가능한 것일 수도 있다. 컴퓨터 판독 가능 기록 매체의 예에는 하드 디스크, 플로피 디스크 및 자기 테이프와 같은 자기 매체(magnetic media), CD-ROM, DVD와 같은 광기록 매체(optical media), 플롭티컬 디스크(floptical disk)와 같은 자기-광 매체(magneto-optical media), 및 롬(ROM), 램(RAM), 플래시 메모리 등과 같은 프로그램 명령을 저장하고 수행하도록 특별히 구성된 하드웨어 장치가 포함된다. 프로그램 명령의 예에는 컴파일러에 의해 만들어지는 것과 같은 기계어 코드뿐만 아니라 인터프리터 등을 사용해서 컴퓨터에 의해서 실행될 수 있는 고급 언어 코드를 포함한다.

[0067] 이상과 같이 실시예들이 비록 한정된 실시예와 도면에 의해 설명되었으나, 해당 기술분야에서 통상의 지식을 가진 자라면 상기의 기재로부터 다양한 수정 및 변형이 가능하다. 예를 들어, 설명된 기술들이 설명된 방법과 다른 순서로 수행되거나, 및/또는 설명된 시스템, 구조, 장치, 회로 등의 구성요소들이 설명된 방법과 다른 형태로 결합 또는 조합되거나, 다른 구성요소 또는 균등물에 의하여 대치되거나 치환되더라도 적절한 결과가 달성될 수 있다.

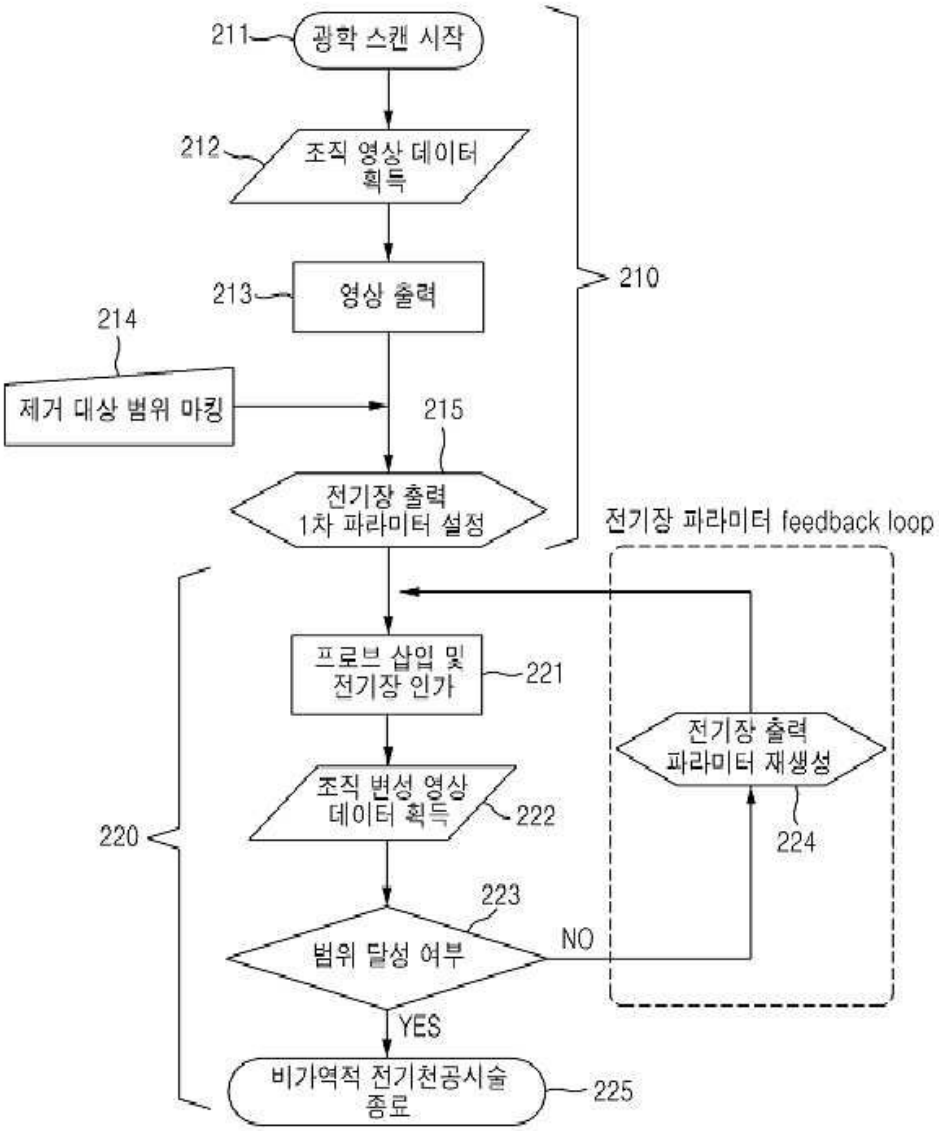
[0068] 그러므로, 다른 구현들, 다른 실시예들 및 특허청구범위와 균등한 것들도 후술하는 특허청구범위의 범위에 속한다.

도면

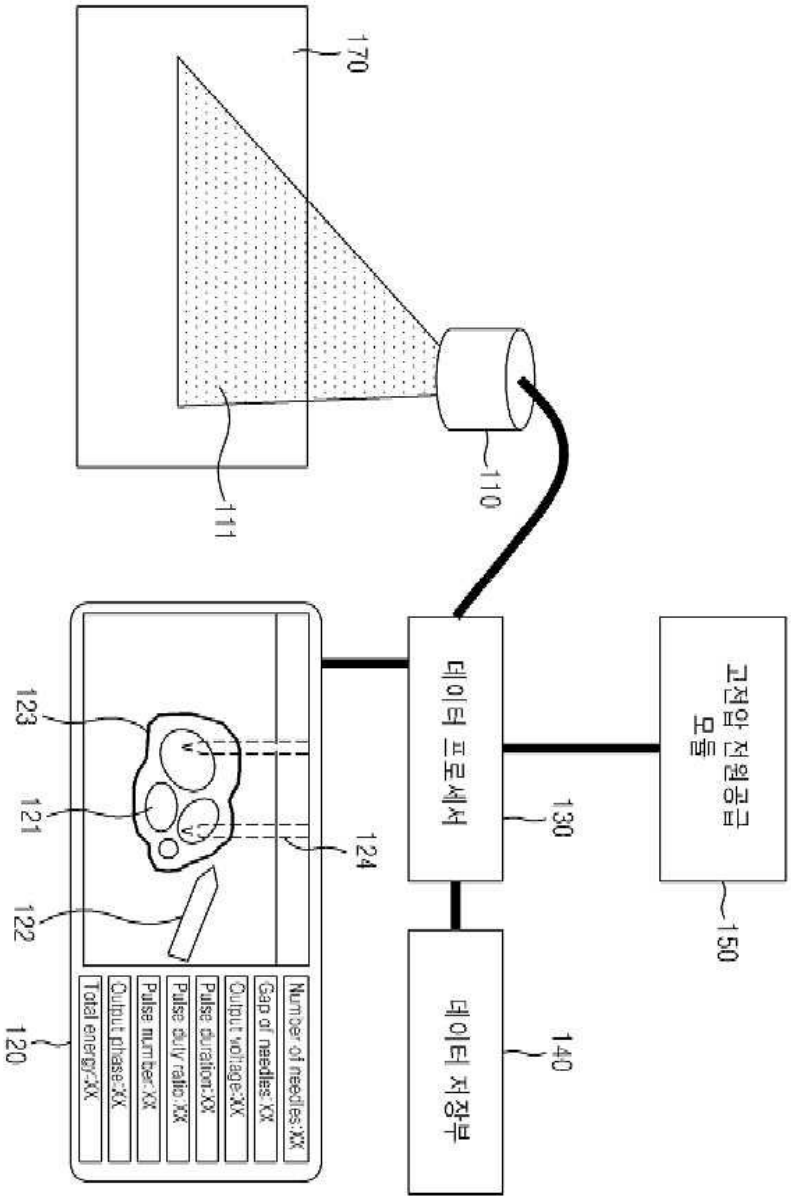
도면1


170
161
160
110
111
123
121
122
124
120
Number of needles:XX
Gap of needles:XX
Output voltage:XX
Pulse duration:XX
Pulse duty ratio:XX
Pulse number:XX
Output phase:XX
Total energy:XX
데이터 프로세서
130
고전압 전원공급 모듈
150
데이터 저장부
140

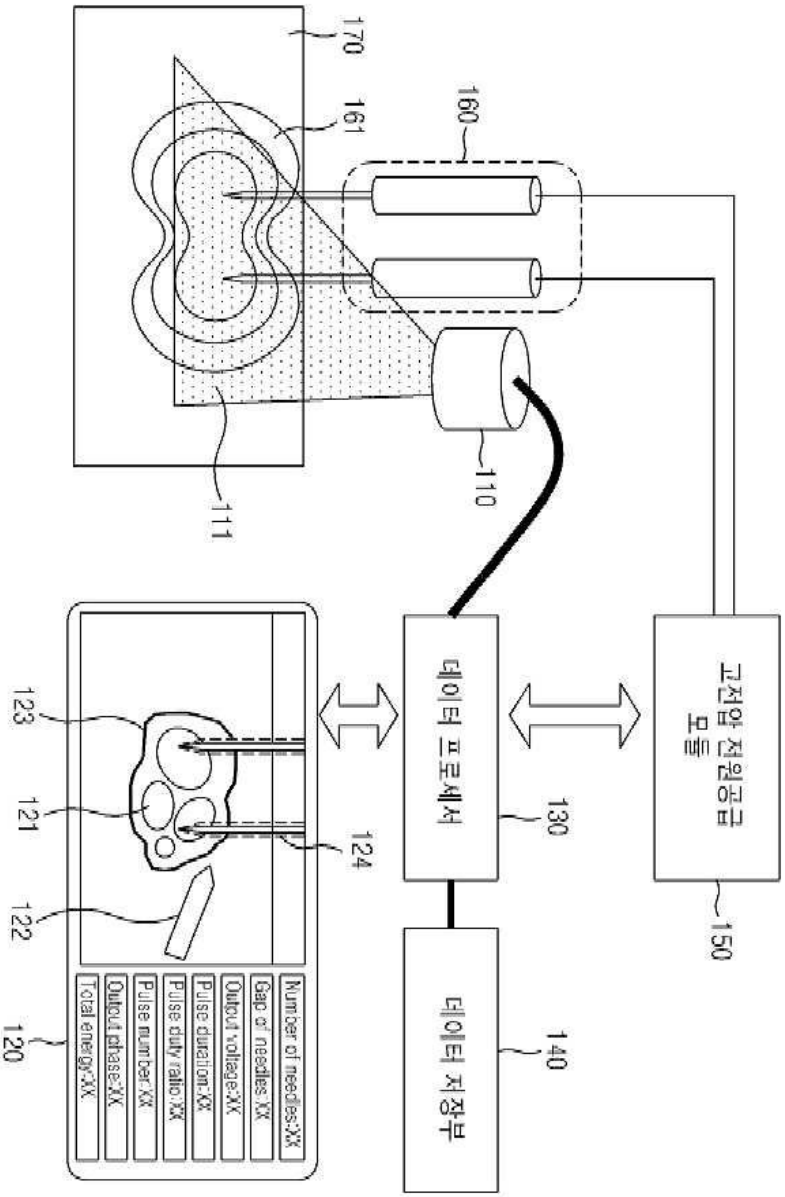
도면2


211
광학 스캔 시작
212
조직 영상 데이터 획득
213
영상 출력
210
214
제거 대상 범위 마킹
215
전기장 출력 1차 파라미터 설정
전기장 파라미터 feedback loop
프로브 삽입 및 전기장 인가
221
조직 변성 영상 데이터 획득
222
220
전기장 출력 파라미터 재생성
224
223
범위 달성 여부
NO
YES
비가역적 전기천공시술 종료
225

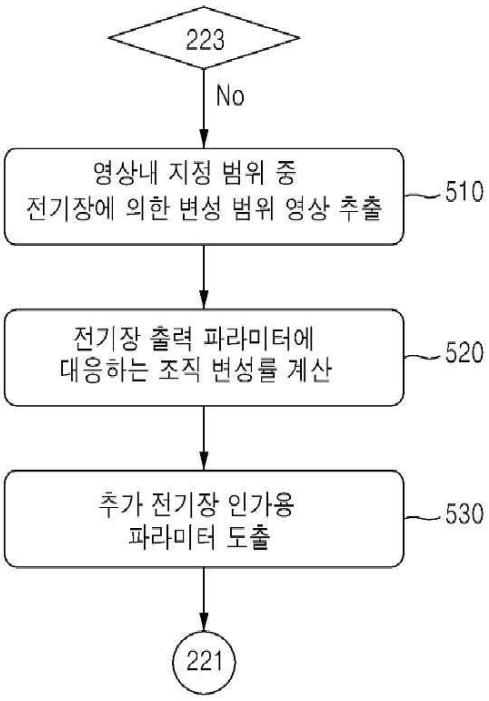
도면3


170
111
110
123
121
122
120
124
데이터 프로세서
130
고전압 전원공급 모듈
150
데이터 저장부
140
Number of needles:XX
Gap of needles:XX
Output voltage:XX
Pulse duration:XX
Pulse duty ratio:XX
Pulse number:XX
Output phase:XX
Total energy:XX

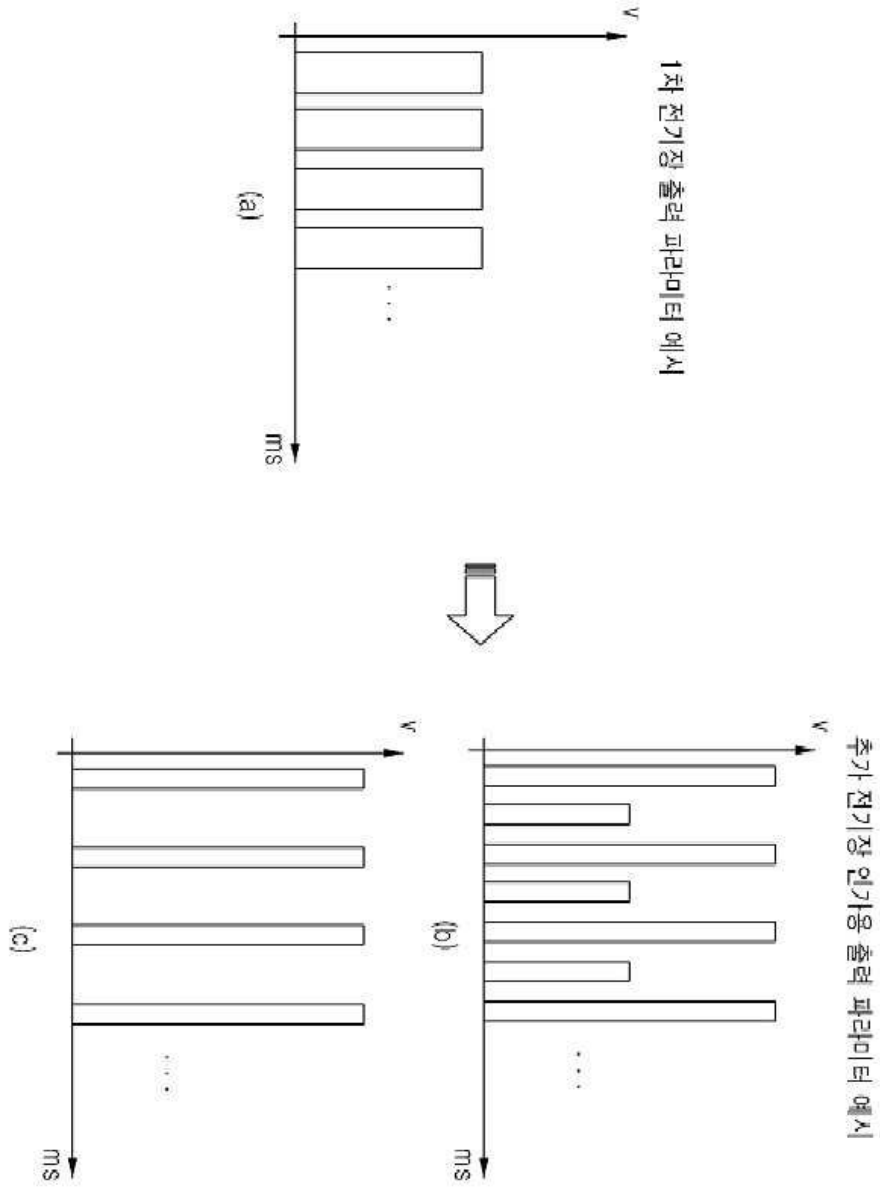
도면4


170
161
160
110
111
123
121
122
120
124
데이터 프로세서
130
고전압 전원공급 모듈
150
데이터 저장부
140
Number of needles:XX
Gap of needles:XX
Output voltage:XX
Pulse duration:XX
Pulse duty ratio:XX
Pulse number:XX
Output phase:XX
Total energy:XX

도면5


223
No
영상내 지정 범위 중
전기장에 의한 변성 범위 영상 추출
510
전기장 출력 파라미터에
대응하는 조직 변성률 계산
520
추가 전기장 인가용
파라미터 도출
530
221

도면6



도면7

