



(19) 대한민국특허청(KR)
(12) 등록특허공보(B1)

(45) 공고일자 2023년05월30일
(11) 등록번호 10-2536964
(24) 등록일자 2023년05월22일

(51) 국제특허분류(Int. Cl.)
A61N 7/00 (2006.01) A61B 17/00 (2022.01)
A61B 17/225 (2006.01) A61B 18/00 (2022.01)
A61B 18/20 (2006.01) A61N 5/06 (2006.01)
A61N 5/067 (2006.01)
(52) CPC특허분류
A61N 7/00 (2013.01)
A61B 17/225 (2013.01)
(21) 출원번호 10-2018-7030562
(22) 출원일자(국제) 2017년03월23일
심사청구일자 2020년03월20일
(85) 번역문제출일자 2018년10월23일
(65) 공개번호 10-2019-0016941
(43) 공개일자 2019년02월19일
(86) 국제출원번호 PCT/US2017/023728
(87) 국제공개번호 WO 2017/165595
국제공개일자 2017년09월28일
(30) 우선권주장
62/312,372 2016년03월23일 미국(US)
(56) 선행기술조사문헌
KR1020160025489 A*
JP2014525782 A
*는 심사관에 의하여 인용된 문헌

(73) 특허권자
솔리톤, 인코포레이티드
미국 텍사스 (우편번호 77081) 휴스턴 애쉬브룩
드라이브 5304
(72) 발명자
카펠리 크리스토퍼
미국 텍사스 77019-3724 휴스턴 웨스트 클레이 스트리트 1973 솔리톤, 인코포레이티드 내
로버트슨 데이비드
미국 텍사스 77019-3724 휴스턴 웨스트 클레이 스트리트 1973 솔리톤, 인코포레이티드 내
(74) 대리인
장훈

전체 청구항 수 : 총 14 항

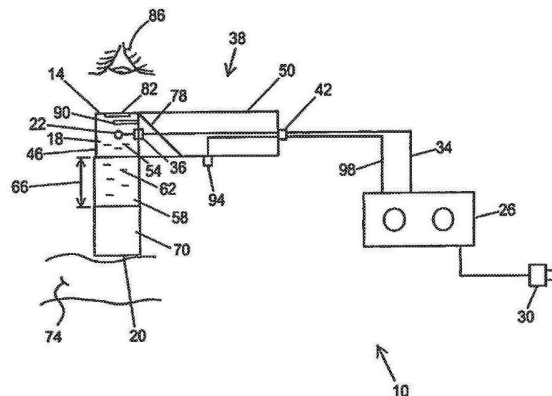
심사관 : 강혜리

(54) 발명의 명칭 펄싱 음향파 진피 클리어링 시스템 및 방법

(57) 요약

조직 내에서 액포들을 분산시키기 위해 조직의 음향 처리를 위한 방법들 및 방법을 위한 시스템들. 본 방법들 및 시스템들의 일부는: 음향파 발생기로부터의 펄싱 음향파들을 액포들을 포함한 조직으로 향하게 하는 것을 포함한다. 본 방법들 중 일부는 액포들을 포함한 조직의 위치를 식별하는 단계, 및/또는 액포들을 포함한 조직에 음향파 발생기를 결합시키는 단계(예로서, 음향적으로)를 포함한다.

대표도



(52) CPC특허분류

A61B 18/203 (2013.01)

A61N 5/0616 (2013.01)

A61B 2017/00756 (2013.01)

A61B 2017/00761 (2013.01)

A61B 2017/00769 (2013.01)

A61B 2018/00452 (2013.01)

A61N 2007/0034 (2013.01)

A61N 2007/0056 (2013.01)

A61N 2007/0069 (2013.01)

명세서

청구범위

청구항 1

삭제

청구항 2

삭제

청구항 3

삭제

청구항 4

삭제

청구항 5

삭제

청구항 6

삭제

청구항 7

삭제

청구항 8

삭제

청구항 9

삭제

청구항 10

삭제

청구항 11

삭제

청구항 12

삭제

청구항 13

삭제

청구항 14

삭제

청구항 15

삭제

청구항 16

삭제

청구항 17

삭제

청구항 18

삭제

청구항 19

삭제

청구항 20

진피 클리어링 시스템에 있어서,

펄싱 음향파들(pulsed acoustic waves)을 발생시키고, 레이저 광원의 결과로서 발생된 표피 및 피내 액포들을 제거하기 위해 상기 발생된 파들을 피부로 향하게 함으로써 조직 내의 진피 액포들을 분산시키도록 구성된 펄싱 음향파 발생기로서, 상기 펄싱 음향파 발생기는 상기 펄싱 음향파 발생기가 복수의 펄싱 음향파들을 발생시키기 전에 레이저 광을 방출하도록 구성된 상기 레이저 광원과 함께 동작가능한, 상기 펄싱 음향파 발생기; 및

상기 레이저 광원으로부터의 레이저 광을 지향시키는 것과 상기 음향파 발생기로부터의 펄싱 음향파를 지향시키는 것 사이에서 반복적으로 교번하도록 구성된 제어기로서, 상기 펄싱 음향파 발생기는 피내 액포들을 분해하고 분산시키기 위해 주파수, 펄스 레이트, 및 강도로 피부에 고속 펄싱 음향파들을 인가하도록 구성되는, 상기 제어기를 포함하는, 진피 클리어링 시스템.

청구항 21

제 20 항에 있어서,

상기 피내 액포들은 캡슐화되지 않은 액포들을 포함하고,

상기 피내 액포들은 문신 안료 입자 응집체들을 포함하지 않고,

상기 발생된 음향파들은 700KHz 내지 100MHz 사이의 주파수,

1 나노초 내지 1 마이크로초 사이의 펄스 지속 기간, 및

10Hz 내지 1KHz 사이의 펄스 레이트를 갖는, 진피 클리어링 시스템.

청구항 22

삭제

청구항 23

삭제

청구항 24

제 20 항에 있어서,

상기 발생된 파들의 기계 지표(MI)는 0.15 내지 1.9 사이에 있는, 진피 클리어링 시스템.

청구항 25

제 20 항에 있어서,

상기 펄싱 음향파 발생기는 고속 펄스 전기유압식 충격파 발생기를 포함하며, 상기 고속 펄스 전기유압식 충격

파 발생기는:

챔버 및 충격과 출구를 정의하는 하우징;

상기 챔버에 배치된 매체;

하나 이상의 스파크 갭들을 정의하기 위해 상기 챔버내에 배치되도록 구성된 복수의 전극들 및 커패시터들; 및

상기 챔버내의 상기 복수의 전극들 및 커패시터들에 전압 펄스들을 인가하도록 구성된 펄스-발생 시스템을 포함하는, 진피 클리어링 시스템.

청구항 26

제 20 항에 있어서,

상기 펄싱 음향파 발생기는 10Hz 내지 5MHz 사이의 레이트로 펄스내 상기 음향파들을 발생시키도록 구성되는, 진피 클리어링 시스템.

청구항 27

제 20 항에 있어서,

상기 펄싱 음향파 발생기는 메가소닉 파 발생기를 포함하는, 진피 클리어링 시스템.

청구항 28

제 27 항에 있어서,

상기 메가소닉 파 발생기는 700KHz 내지 20Mhz 사이의 주파수를 갖는 펄싱 음향파들을 생성하도록 구성되는, 진피 클리어링 시스템.

청구항 29

삭제

청구항 30

삭제

청구항 31

제 27 항에 있어서,

상기 메가소닉 파 발생기의 전력이 기계 지표(MI)가 0.15 내지 1.8 사이에 있고,

피크 압력 출력이 0.8MPa 내지 20MPa 사이에 있도록 설정되는, 진피 클리어링 시스템.

청구항 32

삭제

청구항 33

진피 클리어링 시스템에 있어서,

복수의 펄싱 음향파들을 발생시키고 상기 발생된 파들을 피부로 향하게 하도록 구성된 펄싱 음향파 발생기로서, 상기 펄싱 음향파 발생기는 상기 펄싱 음향파 발생기가 복수의 펄싱 음향파들을 발생시키기 전에 레이저 광을 방출하도록 구성된 레이저 광원과 함께 동작가능한, 상기 펄싱 음향파 발생기; 및

상기 펄싱 음향파 발생기에 결합되고, 상기 펄싱 음향파들의 발생이 디스에이블되고 레이저 광이 상기 레이저 광원에 의해 피부로 인가된 제 1 시간 기간의 만료에 기초하여, 제 2 시간 기간 동안 상기 펄싱 음향파들의 발생을 인에이블하도록 구성된 제어기를 포함하고,

상기 제 2 시간 기간 동안 피부에 전달되는 상기 펄싱 음향파들의 주파수, 펄스 속도 및 강도는 상기 제 1 시간

기간 동안 상기 레이저 광원의 결과로서 발생된 표피 및 피내 액포들의 적어도 일부를 제거하고,
상기 제 1 시간 기간 및 상기 제 2 시간 기간의 각각은 30초 이상 10분 이하인, 진피 클리어링 시스템.

청구항 34

제 33 항에 있어서,

상기 발생된 음향파들은 700KHz 내지 100MHz의 주파수를 갖고,

상기 제어기는 상기 펄싱 음향파들의 발생이 디스에이블되고 레이저 광이 상기 레이저 광원에 의해 피부로 인가되는 제 3 시간 기간의 만료에 기초하여, 제 4 시간 기간 동안 상기 펄싱 음향파들의 발생을 인에이블하도록 구성되는, 진피 클리어링 시스템.

청구항 35

제 34 항에 있어서,

상기 제어기는 1 나노초 내지 1 마이크로초의 펄스 지속 기간에서 상기 펄싱 음향파들을 발생시키도록 구성되고, 상기 제어기는 상기 제 2 시간 기간에서 상기 펄싱 음향파들을 향하게 하는 10분 이내에 상기 제 4 시간 기간에서 상기 펄싱 음향파들을 향하게 하도록 구성되는, 진피 클리어링 시스템.

청구항 36

제 33 항에 있어서,

상기 제어기는 또한:

상기 레이저 광원의 동작에 대응하는 상기 제 1 시간 기간 동안 상기 펄싱 음향파들의 발생을 디스에이블하고,

상기 레이저 광원의 동작에 대응하는 제 3 시간 기간 동안 상기 펄싱 음향파들의 발생을 디스에이블하고,

레이저 광이 피부로 인가되는 상기 제 3 시간 기간의 만료에 기초하여, 제 4 시간 기간 동안 상기 펄싱 음향파들의 발생을 인에이블하고,

상기 레이저 광원의 동작에 대응하는 제 5 시간 기간 동안 상기 펄싱 음향파들의 발생을 디스에이블하고,

레이저 광이 피부로 인가되는 상기 제 5 시간 기간의 만료에 기초하여, 제 6 시간 기간 동안 상기 펄싱 음향파들의 발생을 인에이블하도록 구성되고,

상기 제 4 시간 기간 및 상기 제 6 시간 기간 동안 피부에 전달되는 상기 펄싱 음향파들은 상기 레이저 광원에 의해 발생된 표피 및 피내 액포들의 적어도 일부를 제거하고,

상기 제 2 시간 기간, 제 4 시간 기간 및 제 6 시간 기간 동안 상기 펄싱 음향파들을 향하게 하는 것은 서로 10분 이내에 수행되는, 진피 클리어링 시스템.

청구항 37

제 36 항에 있어서,

상기 제 1 시간 기간, 제 3 시간 기간 및 제 5 시간 기간은 24시간 내에 발생하고,

상기 제거된 표피 및 피내 액포들 중 적어도 일부는 깊은 진피 액포들이 아니고, 캡슐화되지 않은 액포들을 포함하고, 문신 안료 입자 응집체들을 포함하지 않고/않거나,

상기 펄싱 음향파 발생기는 상기 제 2 시간 기간, 제 4 시간 기간 및/또는 제 6 시간 주기 동안 0.1분 내지 10분 사이에 상기 피부를 치료하도록 구성되는, 진피 클리어링 시스템.

청구항 38

제 36 항에 있어서,

상기 레이저 광원을 포함하는 진피 레이저 시스템을 더 포함하고, 상기 진피 레이저 시스템은 상기 제 1 시간 기간, 제 3 시간 기간 및 제 5 시간 기간 동안 레이저 광을 발생시키도록 구성되고,

상기 레이저 광원은 Q-스위칭 레이저 또는 피코-초 레이저를 포함하고,

상기 진피 레이저 시스템은 1 나노초 내지 1 마이크로초 사이의 펄스 지속 기간을 갖는 레이저를 타겟팅된 피부로 인가하도록 구성되는, 진피 클리어링 시스템.

발명의 설명

기술 분야

[0001] 관련 출원들에 대한 상호 참조

[0002] 본 출원은 2016년 3월 23일에 출원된 미국 가 특허 출원 번호 제62/312,372호에 대한 우선권을 주장하며, 이것은 전체적으로 참조로서 통합된다.

[0003] 기술 분야

[0004] 본 발명의 실시예들은 일반적으로 충격 파들의 치료 용도들에 관한 것이다. 보다 특히, 제한으로서가 아닌, 본 발명의 실시예들은 진피 클리어링 시스템에서의 사용을 위한 치료 충격 파들(치료 용도들을 가진 충격 파들)을 발생시키기 위한 장치 및 이것의 적용들에 관한 것이다.

배경 기술

[0005] 충격파들은 특정한 의학 및 미학적 치료들에서 사용되어 왔다. "충격 파" 또는 "충격파"는 일반적으로 압력에서 갑작스럽고 강렬한 변화를 생성하는 음향 현상(예로서, 폭발 또는 번개에서 기인한)을 나타내기 위해 사용된다. 이들 강렬한 압력 변화들은 공기, 물, 인간 연 조직과 같은 탄력 있는 매체, 또는 뼈와 같은 특정한 단단한 물질들을 통해 이동할 수 있는 에너지의 강한 파동들을 생성할 수 있으며, 및/또는 이러한 탄력 있는 매체에서 비탄력적 반응을 유도할 수 있다. 치료 용도들을 위해 충격 파들을 생성하기 위한 방법들은: (1) 전기유압식, 또는 스파크 갭(EH); (2) 전자기식, 또는 EMSE; 및 (3) 압전식을 포함한다. 각각은 그 자신의 고유의 물리적 원리들에 기초한다.

[0006] A. 충격파 발생을 위한 디바이스들 및 시스템들

[0007] 미국 특허 출원 13/574,228호(WO 2011/091020으로서 공개된, PCT/US2011/021692의 국내-단계 출원)는, 본 발명자들 중 하나에 의해, 트랜듀서를 사용하여 높은 펄스 레이트로 충격 파들을 생성하기 위한 디바이스를 개시한다. 상기 디바이스는 1MHz 내지 1000MHz 사이에서의 적어도 하나의 주파수를 가진 음향파들을 방출하도록 구성된 음향-파 발생기; 상기 음향-파 발생기에 결합된 충격파 하우징; 및 상기 충격파 하우징에 배치된 충격파 매체를 포함하며; 여기에서 상기 장치는 음향-파 발생기가 음향파들을 방출한다면, 음향파들 중 적어도 몇몇 부분이 충격파 매체를 통해 이동하며 충격 파들을 형성하도록 구성된다. 상기 디바이스는 환자 내에서의 입자들이 환자의 하나 이상의 세포들을 파열시키게 하도록 구성된 충격 파들을 형성하기 위해 작동될 수 있으며, 충격 파들은 충격 파들이 입자들로 하여금 세포들 중 하나 이상을 파열하게 하도록 환자의 세포들로 향해질 수 있다. 이러한 음향-트랜듀서 디바이스는 고 주파수들 또는 펄스 레이트들로 고성능 충격파들을 생성할 수 있다.

[0008] 충격파들을 생성하기 위한 다른 시스템들은 전기유압식(EH) 파 발생기를 포함할 수 있다. EH 시스템들은 일반적으로 다른 방법들과 유사한 레벨들의 에너지를 전달할 수 있지만, 보다 넓은 영역에 걸쳐 상기 에너지를 전달하도록 구성될 수 있으며, 그러므로 보다 짧은 시간 기간에 걸쳐 타겟팅된 조직으로 보다 많은 양의 충격 파 에너지를 전달할 수 있다. EH 시스템들은 일반적으로 충격 파를 개시하기 위해 전극(즉, 스파크 플러그)을 통합한다. EH 시스템들에서, 고 에너지 충격 파들은 전기가 엔클로저에 포함된 처리수에 잠긴 전극에 인가될 때 발생된다. 전기 전하가 소성될 때, 작은 양의 물이 전극의 끝에서 기화되며 기화된 물의 빠르고, 거의 즉각적인, 팽창은 액체 물을 통해 바깥쪽으로 전파되는 충격 파를 생성한다. 몇몇 실시예들에서, 물은 타원체 엔클로저에 포함된다. 이들 실시예들에서, 충격 파는 타원체 엔클로저의 측면들로부터 튀겨져 나오며 처리될 영역의 위치와 일치하는 초점 포인트에서 수렴된다.

[0009] 예를 들면, 미국 특허 번호 제7,189,209호('209 특허)는 음향 충격 파들을 인가함으로써 뼈 및 근골격 환경들 및 연 조직들과 연관된 병리학적 상태들을 처리하는 방법을 설명한다. '209 특허는 충격파들이 미세골절술들을 포함하여, 그 안에 국소화된 트라우마 및 세포 아포토시스를 유도할 뿐만 아니라, 세포 점증과 같은 골모세포 반응들을 유도하고, 분자 뼈, 연골, 힘줄, 근막, 및 연조직 모르포겐들 및 성장 인자들의 형성을 자극하며, 혈

관성 신생 혈관 생성을 유도하는 것을 설명한다. '209 특허는 그 방법의 여러 특정 구현들을 주장한다. 예를 들면, '209 특허는 당뇨병성 족부 궤양 또는 욕창을 치료하는 방법을 주장하며, 상기 방법은: 인간 환자에서 당뇨병성 족부 궤양 또는 욕창의 부위 또는 의심 부위의 위치를 찾는 단계; 음향 충격 파들을 발생시키는 단계; 상기 탐지된 부위 전체에 걸쳐 음향 충격 파들을 집중시키는 단계; 및 미세-손상 및 증가된 혈관화를 유도하기 위해 상기 탐지된 부위로 치료당 500 내지 약 2500개 이상의 음향 충격파를 인가하고 그에 의해 치유를 유도하거나 또는 가속화하는 단계를 포함한다. '209 특허는 치료 부위마다 대략 0.5 내지 4Hz의 주파수 범위, 및 약 300 내지 2500 또는 약 500 내지 8,000개 음향 충격파들의 인가를 개시하며, 이것은 불편하게 큰 모든 부위들에 대한 "치료 당 총 시간" 및/또는 각각의 치료 부위에 대한 치료 지속 기간을 야기할 수 있다. 예를 들면, '209 특허는 범위가 20 분 내지 3시간에 이르는 상이한 예들에 대해 치료당 총 시간들을 개시한다.

[0010] 미국 특허 제5,529,572호('572 특허)는 조직들에 대한 치료 효과를 생성하기 위해 전기-유압식으로 발생된 충격 파들의 사용의 또 다른 예를 포함한다. '572 특허는 뼈의 밀도 및 강도를 증가시키는 방법을 설명하며(골다공증을 치료하기 위해), 상기 방법은 상기 뼈가 충격 파 소스로부터의 거리의 함수로서 실질적으로 일정한 강도를 가진 실질적으로 평면의, 시준된 압축 충격 파들을 겪게 하는 단계를 포함하며, 여기에서 상기 시준된 충격 파들은 50 내지 500 기압들의 강도로 뼈에 인가된다. '572 특허는 평균 뼈 밀도를 증가시키고, 그에 의해 골절에 대해 뼈를 강화시키도록 뼈의 동적 반복적 로딩을 생성하기 위해 비초점 충격 파들의 인가를 설명한다. '572 특허에서 설명되는 바와 같이, "비초점 충격 파들은 바람직하게는 예를 들면, 10 내지 150cm²의 영역을 커버하도록, 치료될 뼈의 비교적 큰 표면에 걸쳐 인가된다. 충격 파들의 강도는 50 내지 500 기압들일 수 있다. 각각의 충격 파는 종래의 쇄석기에서처럼, 수 마이크로초의 지속 기간이며, 바람직하게는 각각의 치료에서 5 내지 30분의 기간 동안 초당 1 내지 10 충격파들의 빈도로 인가된다. 치료들의 수는 특정한 환자에 의존한다."

[0011] 또한 US 2004/0006288로 공개된, 미국 특허 출원 번호 제10/415,293호('293 특허)는 조직들에 대한 치료 효과를 제공하기 위해 EH-발생 충격파들의 사용의 또 다른 실시예를 개시한다. '293 출원은 혈관 구조로부터 침전물을 적어도 부분적으로 분리하기 위한 치료상 음향 충격 파들의 발생을 위한 디바이스, 시스템, 및 방법을 개시한다. '293 출원은 디바이스가 1cm²당 약 100 내지 약 5,000의 치료 부위당 펄스들의 수(치료되는 혈관 유닛의 길이마다에 대하여)를 갖고 분당 약 50 내지 500 펄스들의 펄스 레이트로(즉, 0.83 내지 8.33Hz) 충격파들을 생성할 수 있다는 것을 설명한다.

[0012] B. 충격파 레이트

[0013] 종래 기술의 문헌은 충격파들을 제공하기 위해 EH 시스템들을 사용한 보다 빠른 펄스 레이트들은 조직 손상을 야기할 수 있음을 나타내었다. 예를 들면, 하나의 연구에서(1988, Delius, Jordan, & 외)[2], 정상적인 개 신장들에 대한 충격 파들의 효과가 그 신장들이 3000 충격파들에 노출된 개들의 그룹들에서 검사되었다. 그룹들은 각각 100Hz 및 1Hz였던 충격파 부여의 레이트에서만 상이하였다. 부검은 24 내지 30시간 뒤에 수행되었다. 거시적으로 및 조직학적으로, 충격파들이 100 Hz(대 1Hz)의 레이트로 부여되었다면 상당히 더 많은 출혈들이 신장 실질에서 발생하였다. 결과들은 신장 손상이 충격파 부여의 레이트에 의존한다는 것을 보여주었다.

[0014] 또 다른 연구(2005, Madbouly & 외)[7]에서, 저속 충격파 쇄석술 레이트(SWL)는 고속 충격파 쇄석술 레이트에 비교하여 보다 낮은 수의 총 충격파들에서 상당히 더 높은 성공률과 연관되었다. 이 논문에서, 저자들은 얼마나 많은 인간 연구들이 또한 보다 느린 레이트들의 테스트 SWL이 사용되었을 때 마취에 대한 요구 또는 SWL 유도 신장 외상의 발생 정도에서의 감소를 보여주었는지를 논의하였다.

[0015] 또 다른 연구(2009, Gillitzer & 외)에서, 분당 60에서 30 충격파들로 전달 레이트를 늦추는 것은 돼지 모델에서 실제 혈관 구조의 온전함에 대한 극적인 보호 효과를 제공한다. 이들 조사 결과들은 체외 충격파 쇄석술에서 안전성 및 효능을 개선하기 위해 감소된 펄스 레이트 주파수의 잠재적인 전략들을 지원한다.

[0016] 연 조직들은 1Hz 내지 10Hz 사이에서의 펄스 레이트들(PR들)에 대해 탄성에서 점성 거동으로 전이될 수 있다. 그 결과, 1Hz 내지 10Hz 사이에서의 펄스 레이트들에서의 충격파들로부터 조직에 대한 잠재적인 손상은 통상적인 쇄석술 전력 레벨들이 사용될 때 예측 가능하지 않다. 아마도 그 결과, 종래 기술은 보다 느린 펄스 레이트들 및 큰 치료당 총 시간들(TTPT)을 교시한다. 예를 들면, 현재 알려진 EH 충격파 시스템들은 일반적으로 10Hz 미만의 펄스 레이트들을 전달하며 큰 치료 당 총 시간(TTPT)을 요구한다(예로서, 심지어 단일 치료 부위에 대해 분들 또는 심지어 시간들의 TTPT 기간들). 통상적일 수 있는 바와 같이, 치료가 다수의 치료 부위들에서 디바이스의 재배치를 요구할 때, TTPT는 커지며 많은 환자들 및 치료 요구들에 대해 잠재적으로 비현실적이게 된다.

[0017] 긴 치료 시간들은 체외 충격파 쇄석술에 대해 수용 가능할 수 있지만, 의료 설정 시 조직에 대한 비-쇄석술 치

료 효과들을 제공하기 위한 충격파들의 사용은 비현실적이지 않다면 최적이지 않다. 예를 들면, 치료의 비용은 종종 치료를 집행하기 위해 요구된 시간에 따라 증가한다(예로서, 치료의 집행에 할당된 노동력, 설비들 및 다른 리소스 비용들로 인해). 더욱이, 비용들 외에, 몇몇 포인트에서 환자에게 치료를 제공하는 지속 기간은 치료를 수용하는 환자, 및 이를 제공하는 건강 관리 스태프에 대해 견딜 수 없게 된다.

[0018] C. 점탄성 재료로서의 조직

[0019] 종래 기술에서 발견된 펄스 레이트의 민감성에 대한 하나의 이유는 조직의 이완 시간에 부분적으로 기인할 수 있다. 세포들은 탄성 및 점성 특성들 모두를 가지며, 따라서 점탄성 재료들이다. 가장 관습적인 재료들과 달리, 세포들은 인가된 또는 내부 응력의 정도에 의존하여 그것들의 탄성 계수를 갖고 매우 비선형적이다. (2007, Kasza)[6]. 하나의 연구(Fernandez (2006))[3]는 섬유아세포들이 선형 체제로부터 맥 법칙 변형 강화로의 전이를 보여주는 가교된 액틴 망을 가진 젤로서 모델링될 수 있다는 것을 시사한다.

[0020] 또 다른 논문(2007, Freund, Colonius, & Evan)[4]의 저자들은 많은 충격들의 누적 전단이 손상되며, 메커니즘은 조직이 비변형 상태로 이완되기 위해 충격들 간에 충분한 시간이 있는지에 의존할 수 있다는 가설을 세운다. 그것들의 점성 유체 모델은 발생할 임의의 변형 복구가 충격 후 첫 0.15초에 의해 거의 완성된다는 것을 제안하였다. 그 결과, 세포 손상에 대한 메커니즘의 모델은 ~6 Hz보다 느린 충격 레이트들에 대한 충격 레이트에 독립적일 것이다. 그러나, 간질 재료의 실제 점탄성은, 약 1초의 이완 시간을 갖고, 충격 전달 레이트에 그것의 민감도를 도입하는 것으로 예상될 것이다. 간질 재료가 ~1초의 이완 시간을 갖는다고 가정하면, 저자들은 ~1Hz보다 낮은 전달 레이트들 동안 손상을 상당히 감소시키는 것을 예상할 것이다. 반대로, 손상은 보다 빠른 전달 레이트들 동안 증가해야 한다. 그것들의 모델의 함축들은 전달 레이트들을 느리게 하고 초점 구역들을 넓히는 것이 양쪽 모두 손상을 감소시켜야 한다는 것이다.

[0021] D. 레이저-기반 피부 치료

[0022] 치료 의학의 또 다른 영역에서, 레이저-기반 피부 치료의 사용은 문신 제거, 레이저 피부 박피, 모반들의 레이저 제거, 피부 병변들의 레이저 제거, 레이저 모발 이식들 또는 제거, 레이저 흉터 제거, 및 다른 다양한 절차들의 호스트에서 사용되어 왔다. 이들 치료들의 각각에 대한 신체의 자연적 반응은 치료의 효능에 대한 도전들을 보여준다.

[0023] 예를 들면, 문신 제거의 맥락에서, 레이저 출력으로의 문신 영역의 노출은 현재 뒤이은 레이저 노출들의 효과성을 감소시키려는 경향이 있는 치료 영역 내에 "백화" 상태를 생성한다. 문신 치료 동안, 레이저 파장 및 전력이 문신에 영향을 주기에 적절하면, "백화" 반응이 통상적으로 발생한다. 즉각적인 백화 반응은 문신 안료 입자로서의 레이저 노출과 연관된 급속한 가열 또는 에너지 전달로 인한 액포들의 발생의 결과이다. 백화와 연관된 진피 액포들은 레이저 광의 감쇠 또는 산란을 야기하여 초기 치료 후 레이저 효과성의 손실을 야기한다. 더욱이, 진피 액포들은 시간 기간 동안 피부에 남아있어서 동일한 세션에서 뒤이은 레이저 노출들의 효과성을 제한한다.

[0024] 레이저 발생 진피 액포들은 일반적으로 표피-진피 경계에 및 개개의 안료 입자 클러스터들 주위에 위치된다.

[0025] 표피-진피 경계에 위치한 액포들은 표피에서의 멜라닌에 의한 레이저 광 흡수로부터의 국소화된 가열에 의해 생성되는 것으로 여겨진다. 안료 입자 응집체들 주위에 위치한 액포들은 진피 내에서 안료 입자 응집체의 레이저 광 흡수로부터의 급속한 가열의 직접적인 결과인 것으로 믿어진다.

[0026] 레이저-후 백화 반응은 마지막 레이저 노출 후 약 20분 이상에 걸쳐 퇴색할 수 있다. 이러한 퇴색은 시간에 걸쳐, 가스를 포함한, 액포 내용물의 소멸 및 흡수에 의해 야기된 표면 액포들의 분해능에 의해 입증될 수 있다.

[0027] 백화는 제 1 레이저 패스에 의해 야기된 치료 영역에서의 진피 액포들의 존재가 하나 이상의 뒤이은 레이저 패스들에서 광의 전달을 감쇠시키거나 또는 약화시킬 수 있기 때문에 적어도 부분적으로 문제가 된다. 예를 들면, 액포들에 부딪치는 광은, 치료 영역으로부터 멀리 떨어진 것을 포함하여, 다수의 방향으로 흩어질 수 있다. 따라서, 액포 존재는 레이저 치료 효과성을 감소시킨다.

[0028] 현재, 문신들을 제거하기 위한 주요 접근법은 레이저들의 사용을 통한 것이다. 그러나, 문신 부위의 단일 레이저 치료 후, 레이저는 앞서 언급된 이유들로 더 이상 효과적이지 않다. 그 결과, 레이저를 사용하여 문신을 제거하기 위해, 수 개월들에 걸친 다수의 세션들이 요구된다.

[0029] 문신 제거 프로세스의 속도를 높이기 위한 큰 바람이 있다. 그렇게 하기 위해, 동일한 날 내에 문신 부위의 반복된 레이저 치료들이 탐구되어 왔다. R20 방법으로 불리우는, 하나의 접근법은 레이저를 갖고 문신 부위를 치료하며 여기에서 레이저 치료들은 액포들이 부위에 재흡수되도록 허용하기 위해 적어도 20분 이격된다.

(예로서, J. Am. Acad. Dermatology 2012 2월. 66(2): 271-7, Kossida 외, 반복 노출들의 방법에 기초한 단일 레이저 세션에서의 광학적 문신 제거 참조). 분주한 실시를 위해, 이러한 접근법은 그것이 환자에게 긴 시간 기간들 동안 사무실에 있도록 요구하기 때문에 현실적이지 않다.

[0030] 보다 최근에, 이러한 문제점을 극복하기 위해, 또한 US 2013/0165839로서 공개된, 미국 특허 출원 13/753,816호 ('816 출원)는 문신들의 레이저 치료에 의해 야기된 백화를 억제하거나 또는 감소시키기 위해 퍼플루오로데칼린 (PFD)의 사용을 개시한다. '816 출원은 영향을 받은 피부에 PFD를 사용함으로써, 레이저들이 20분을 기다리지 않고 연달아 인가될 수 있다는 것을 개시한다.

[0031] PFD는 낮은 표면 장력을 가지며 혈액 및 물에 용해되지 않는, 무색의, 불활성 화합물인 액체이다. 불운하게도, PFD는 매우 열악한 피부 침투를 갖는다. 그 결과, 그것은 화장품에서 널리 사용된다. 그 결과, PFD는 표면적으로(예로서, 표피-진피 경계) 위치된 액포들에 의해 야기되는 백화를 감소시키는데 좋다. 그러나, 그것의 열악한 피부 침투로 인해, 이전 치료된 피내 안료 입자들을 둘러싸고 가리는 액포들은 영향을 받지 않는다. 따라서, PFD는 백화의 출현을 감소시키는데 이득들을 제공하지만, 그것은 문신 부위에 대한 반복된 레이저 치료들의 효과성을 개선시키는데 제한된 이득만을 제공한다.

발명의 내용

해결하려는 과제

[0032] 본 방법들, 장치들, 및 시스템들의 실시예들은 진피에 표면적으로 및/또는 더 깊게 위치된(예로서, 안료 입자 응집체들에 인접하여) 진피 액포들, 뿐만 아니라 표피에서의 액포들을 분산시키고 및/또는 제거함으로써 진피 클리어링을 제공하도록 구성될 수 있다. 본 방법들, 장치들, 및 시스템들은 그에 의해 연달아 동일한 치료 영역에 걸쳐 보다 효과적인 반복된 레이저 치료들을 가능하게 할 수 있다.

과제의 해결 수단

[0033] 본 방법들(예로서, 조직의 음향 처리가 조직 내에서 액포들을 분산시키도록)의 실시예들은: 액포들을 포함한 조직의 위치를 식별하는 단계; 상기 액포들을 포함한 조직에 음향과 발생기를 결합시키는 단계; 및 상기 음향과 발생기로부터의 펄싱 음향파들을 상기 액포들을 포함한 조직으로 향하게 하는 단계를 포함한다.

[0034] 본 방법들의 몇몇 실시예들에서, 상기 액포들을 포함한 조직은 이전에 레이저로 치료되어 왔다.

[0035] 본 방법들의 몇몇 실시예들은: 상기 음향과 발생기로부터의 펄싱 음향파들을 상기 액포들을 포함한 조직으로 향하게 한 후 레이저로 액포들을 포함한 피부를 치료하는 단계를 추가로 포함한다. 몇몇 실시예들에서, 상기 피부는 약 0.1분 내지 약 10분 사이 동안 음향과 발생기를 갖고 치료된다. 몇몇 실시예들에서, 상기 레이저 치료는 약 1 나노초 내지 약 1 마이크로초 사이의 펄스 지속 기간을 갖는 레이저를 타겟팅된 피부에 인가하는 단계를 포함한다. 몇몇 실시예들에서, 상기 레이저는 Q-스위칭 레이저 또는 피코-초 레이저를 포함한다.

[0036] 본 방법들의 몇몇 실시예들에서, 상기 레이저 치료는 문신 제거, 레이저 피부 박피, 모반들의 레이저 제거, 피부 병변들의 레이저 제거, 레이저 모발 이식들, 레이저 흉터 제거, 레이저-보조 모발 감소, 혈관 병변들의 레이저 제거, 레이저 림 라이트닝, 및/또는 기미의 레이저 치료를 포함한다.

[0037] 본 방법들의 몇몇 실시예들은: 상기 음향과 발생기로부터의 펄싱 음향파들을 상기 액포들을 포함한 조직으로 향하게 한 후 레이저로 액포들을 포함한 피부를 치료하는 단계; 및 단일 치료 세션에서 적어도 2번의 반복들 동안 교번 방식으로 지향 및 치료를 반복하는 단계를 추가로 포함한다. 몇몇 실시예들에서, 레이저로 상기 액포들을 포함한 피부를 치료하는 것은 상기 펄싱 음향파들을 향하게 하는 10분 내에 수행된다. 본 방법들의 몇몇 실시예들에서, 상기 펄싱 음향파들을 향하게 하는 적어도 두 번의 뒤이은 반복들은 10분 이하 내에 수행된다.

[0038] 본 시스템들(예로서, 진피 클리어링 시스템들)의 몇몇 실시예들은: 펄싱 음향파들을 발생시키고 표피 및 피내 액포들을 제거하기 위해 상기 발생된 파들을 피부로 향하게 하도록 구성된 펄싱 음향과 발생기를 포함한다.

[0039] 본 시스템들의 몇몇 실시예들에서, 상기 발생된 음향파들은 약 700KHz 내지 약 100Mhz 사이의 주파수를 갖는다.

[0040] 본 시스템들의 몇몇 실시예들에서, 상기 발생된 음향파들은 약 1 나노초 내지 약 1 마이크로초 사이의 펄스 지속 기간을 갖는다.

- [0041] 본 시스템들의 몇몇 실시예들에서, 상기 발생된 음향파들은 약 10Hz 내지 약 1KHz 사이에서의 펄스 레이트를 갖는다.
- [0042] 본 시스템들의 몇몇 실시예들에서, 상기 발생된 파들의 기계 지표(MI)는 약 0.15 내지 약 1.9 사이에 있다.
- [0043] 본 시스템들의 몇몇 실시예들에서, 상기 펄싱 음향파 발생기는 고속 펄스 전기유압식 충격파 발생기를 포함하며, 상기 고속 펄스 전기유압식 충격파 발생기는: 챔버 및 충격파 출구를 정의한 하우징; 상기 챔버에 배치된 매체; 하나 이상의 스파크 갭들을 정의하기 위해 상기 챔버에 배치되도록 구성된 복수의 전극들 및 커패시터들; 및 전압 펄스들을 상기 챔버에서의 복수의 전극들 및 커패시터들에 인가하도록 구성된 펄스-발생 시스템을 포함한다.
- [0044] 본 시스템들의 몇몇 실시예들에서, 상기 펄싱 음향파 발생기는 약 10Hz 내지 약 5MHz 사이의 레이트로 펄스들에서 음향파들을 발생시키도록 구성된다.
- [0045] 본 시스템들의 몇몇 실시예들에서, 상기 펄싱 음향파 발생기는 메가소닉 파 발생기를 포함한다. 몇몇 실시예들에서, 상기 메가소닉 파 발생기는 약 700KHz 내지 약 20Mhz 사이에서의 주파수를 갖고 펄싱 음향파들을 생성하도록 구성된다. 몇몇 실시예들에서, 메가소닉 파 발생기는 약 1 나노초 내지 약 1 마이크로초 사이의 펄스 지속 기간을 갖고 펄싱 음향파들을 생성하도록 구성된다. 몇몇 실시예들에서, 메가소닉 파 발생기는 약 10Hz 내지 약 1KHz 사이에서의 펄스 레이트를 갖고 펄싱 음향파들을 생성하도록 구성된다. 몇몇 실시예들에서, 메가소닉 파 발생기의 전력은 기계 지표(MI)가 약 0.15 내지 1.8 사이에 있도록 설정된다.
- [0046] 본 시스템들의 몇몇 실시예들에서, 상기 고속 펄스 전기유압식 발생기는 피크 압력 출력이 약 0.8MPa 내지 20MPa 사이에 있도록 설정된다.
- [0047] 용어("결합된")는 연결된 것으로 정의되지만, 반드시 직접, 및 반드시 기계적인 것은 아니며; "결합"되는 두 개의 아이템들은 서로 통합될 수 있다. 용어들("a" 및 "an")은 본 개시가 달리 명시적으로 요구하지 않는다면 하나 이상으로서 정의된다. 용어("실질적으로")는, 이 기술분야에서 통상의 기술자에 의해 이해되는 바와 같이, 반드시 전체적으로가 아닌 주로 특정된 것으로서 정의된다(및 특정되는 것을 포함한다; 예로서, 실질적으로 90도는 90도를 포함하며 실질적으로 평행하는은 평행하는을 포함한다). 임의의 개시된 실시예에서, 용어들("실질적으로", "대략", 및 "약")은 특정되는 것"의 [퍼센티지] 내에서"로 대체될 수 있으며, 여기에서 퍼센티지는 .1, 1, 5, 및 10 퍼센트를 포함한다.
- [0048] 용어들("포함하다"(및 "포함하다" 및 "포함하는"과 같은, 임의의 형태의 포함하다), "가진다"(및 "갖는다" 및 "가진"과 같은, 임의의 형태의 가진다), "포함시키다"(및 "포함시키다" 및 "포함시키는"과 같은, 임의의 형태의 포함시키다) 및 "함유하다"(및 "함유하다" 및 "함유하는"과 같은, 임의의 형태의 함유하다))는 제약을 두지 않는 연결 동사들이다. 그 결과, 하나 이상의 요소들을 "포함하고", "갖고", "포함시키고" 또는 "함유하는" 시스템 또는 장치는 이들 하나 이상의 요소들을 소유하지만, 단지 이들 요소들만을 소유하는 것에 제한되지 않는다. 마찬가지로, 하나 이상의 단계들을 "포함하고", "갖고", "포함시키고" 또는 "함유하는" 방법은 이들 하나 이상의 단계들을 소유하지만, 단지 이들 하나 이상의 단계들을 소유하는 것에 제한되지 않는다.
- [0049] 뿐만 아니라, 특정한 방식으로 구성되는 구조(예로서, 장치의 구성요소)는 적어도 상기 방식으로 구성되지만, 그것은 또한 구체적으로 설명된 것들 외에 다른 방식으로 구성될 수 있다.
- [0050] 본 시스템들, 장치들, 및 방법들 중 임의의 것의 실시예는 설명된 단계들, 요소들, 및/또는 특징들 중 임의의 것으로 - 포함하고/포함시키고/함유하고/갖기 보다는 - 이루어지거나 또는 본질적으로 이루어질 수 있다. 따라서, 청구항들 중 임의의 것에서, 용어("~로 이루어진" 또는 "~로 본질적으로 이루어진")는 그 외 제약을 두지 않은 연결 동사를 사용하는 것으로부터 주어진 청구항의 범위를 변경시키기 위해, 상기 나열된 제약을 두지 않은 연결 동사들 중 임의의 것으로 대체될 수 있다.
- [0051] 상기 설명된 실시예들과 연관된 세부사항들 및 기타는 이하에서 제공된다.

발명의 효과

- [0052] 본 발명의 이동 가능한 전극들에 따른 전극들의 속성들(예로서, 형태, 단면적, 깊이 등)은 스파크 헤드(22b)가 상기 지정된 유용한 수명 후 작동하지 않거나 또는 유효성이 제한되도록 스파크 헤드에 대한 알려진 유효 또는 유용한 수명(예로서, 1회 30-분 치료)을 달성하도록 구성될 수 있다. 이러한 특징은 예를 들면, 새로운, 살균한 스파크 헤드가 치료된 영역들 또는 환자들 사이에서 잠재적인 상호 오염을 최소화하도록 치료된 각각의 환자 또

는 영역을 위해 사용됨을 보장하기 위해서와 같은, 단일 치료 후 스파크 헤드가 폐기됨을 보장하기 위해 유용할 수 있다.

도면의 간단한 설명

[0053]

다음의 도면들은 제한이 아닌 예로서 예시된다. 간결성 및 명료성을 위해, 주어진 구조의 모든 특징은 항상 상기 구조가 나타나는 모든 도면에서 라벨링되는 것은 아니다. 동일한 참조 번호들은 반드시 동일한 구조를 나타내는 것은 아니다. 오히려, 동일한 참조 번호는, 동일하지 않은 참조 번호들일 수 있으므로, 유사한 특징 또는 유사한 기능을 가진 특징을 나타내기 위해 사용될 수 있다. 도면들은 일정한 비율로 그려지며(달리 주지되지 않는다면), 이것은 묘사된 요소들의 크기들이 적어도 도면들에서 묘사된 실시예에 대해 서로에 대하여 정확하다는 것을 의미한다.

도 1은 본 전기-유압식(EH) 충격과 발생 시스템들의 제 1 실시예의 블록도를 묘사한다.

도 2는 본 EH 충격과 발생 시스템들의 몇몇 실시예들을 위한 핸드헬드 프로브의 단면 측면도를 묘사한다.

도 2a는 도 2의 것과 같은, 본 핸드헬드 프로브들의 실시예들과 함께 사용 가능한 착탈 가능 스파크 헤드의 제 1 실시예의 단면 측면도를 묘사한다.

도 2b는 도 2의 것과 같은, 본 핸드헬드 프로브들의 실시예들과 함께 사용 가능한 착탈 가능 스파크 헤드의 제 2 실시예의 컷어웨이 측면도를 묘사한다.

도 2c는 도 2의 것과 같은, 본 핸드헬드 프로브들의 실시예들과 함께 사용 가능한 착탈 가능 스파크 헤드의 제 3 실시예의 컷어웨이 측면도를 묘사한다.

도 3a 및 도 3b는 도 1의 시스템 및/또는 도 2의 핸드헬드 프로브에서 에너지 사이클들 또는 전압 펄스들의 시기적절한 인가의 일 예의 타이밍 다이어그램들을 묘사한다.

도 4는 도 1의 시스템 및/또는 도 2의 핸드헬드 프로브에 의해 타겟 조직으로 방출될 수 있는 파형을 묘사한다.

도 5는 본 시스템들의 몇몇 실시예들에서 또는 그것을 갖고 사용하기 위한 다중-갭 펄스-발생 시스템의 일 실시예의 개략도를 묘사한다.

도 6은 라디오-주파수(RF) 동력 음향 절제 시스템의 실시예의 블록도를 묘사한다.

도 7a 및 도 7b는 제 1 프로토타입 스파크 챔버 하우징의 투시도 및 단면도를 묘사한다.

도 8은 스파크 챔버 하우징의 제 2 프로토타입 실시예의 단면도를 묘사한다.

도 9는 프로토타입 펄스-발생 시스템을 위한 전기 회로의 개략도를 묘사한다.

도 10은 본 방법들의 일 실시예의 개념 흐름도를 묘사한다.

도 11은 스파크 헤드 또는 모듈을 가진 본 프로브들의 추가 프로토타입 실시예의 확대 투시도를 묘사한다.

도 12a 및 도 12b는 도 11의 프로브의 어셈블리의 부분들을 묘사한다.

도 13a 및 도 13b는 도 11의 프로브의, 각각 투시도 및 측 단면도를 묘사한다.

도 13c는 도 11의 프로브의 스파크 갭의 확대된 측 단면도를 묘사한다.

도 14는 프로토타입 펄스-발생 시스템을 위한 전기 회로의 제 2 실시예의 개략도를 묘사한다.

도 15는 초음파 발생기 프로브의 단면도를 묘사한다.

도 16은 단일 레이저 치료를 가진 청색 문신 안료를 포함한 피부의 조직학적 이미지를 묘사한다.

도 17은 레이저 치료의 3개의 라운드들(3회 레이저 인가)을 가진 흑색 문신 안료를 포함한 피부의 조직학적 이미지를 묘사한다.

도 18은 고속 펄스 충격파들에 앞서 3회 레이저 인가 치료를 갖고 치료되어 온 흑색 문신 안료를 포함한 피부의 조직학적 이미지를 묘사한다.

도 19는 피내 액포들의 크기를 예시한 피부의 조직학적 이미지를 묘사한다.

도면들은 반드시 일정한 비율은 아니며 개시된 실시예들은 때때로 도식적으로 및 부분 뷰들에 예시된다는 것이 이해되어야 한다. 특정한 인스턴스들에서, 개시된 방법들 및 장치들의 이해를 위해 필요하지 않거나 또는 다른 세부사항들을 지각하기 어렵게 하는 세부사항들은 생략될 수 있다. 물론, 본 개시는 여기에 예시된 특정한 실시예들에 제한되지 않는다는 것이 이해되어야 한다.

발명을 실시하기 위한 구체적인 내용

- [0054] 본 시스템들 및 장치들의 특정한 실시예들은 예측 가능하며 일관된 방식으로 고-주파수 충격 파를 발생시키도록 구성된다. 몇몇 실시예들에서, 발생된 EH 충격 파들은 의학적 및/또는 미학적 치료 적용들(예로서, 환자의 타겟 조직을 향하고 및/또는 그것으로 전달될 때)에서 사용될 수 있다. 본 시스템들이 사용될 수 있는 의학적 및/또는 미학적 치료 적용들의 예들은: (1) US 2013/0046207로서 공개된 미국 특허 출원 번호 제13/574,228호; (2) US 2013/0018287로서 공개된, 미국 특허 출원 번호 제13/547,995호; (3) US 2014/0257144로 공개된, 미국 특허 출원 번호 제13/798,710호; 및 (4) PCT/US2014/021746에서 개시되며, 그 모두는 여기에서 전체적으로 참조로서 통합된다. 본 시스템들에 의해 발생된 EH 충격 파들은 타겟 조직의 세포들을 파열시키기에 충분한 기계적 응력을 부여하도록 구성될 수 있다(예로서, 막-열화 손상을 통해).
- [0055] 타겟팅된 세포들(타겟 조직의 세포들)이 발생된 고-펄스 레이트 충격파들에 노출될 때, 세포들은 세포의 상이한 구성요소들의 밀도 및 전단 탄성 계수와 같은, 세포들의 공간적 이질성 파라미터들로 인해 기계적 응력의 가파른 기울기들을 경험한다. 예를 들면, 세포 안에서 밀집한 및/또는 비탄성 구성요소들은 보다 가벼운 구성요소들에 비교하여 충격 파들을 겪을 때 보다 큰 기계적 응력을 겪는다. 특히, 충격 전면에 노출된 세포 구조 내에서의 고-밀도 입자들 또는 구성요소들의 가속은 통상적으로 매우 크다. 동시에, 이러한 압력의 큰 기울기에 노출될 때 세포 구조를 구성하는 저-밀도 생물학적 구조들 상에서의 충격은, 저-밀도 생물학적 구조들의 탄성이 그것들로 하여금 일반적으로 저-순응 재료로서 동작하도록 허용하기 때문에 상당히 감소된다. 기계적 응력에서의 차이는 세포 내에서 밀집한 및/또는 비탄성 구성요소들의 움직임을 야기한다.
- [0056] 세포가 특정한 주파수 및 에너지 레벨로 반복된 충격 파들에 노출될 때, 밀집한 및/또는 비탄성 구성요소들은 그것들이 세포에서 벗어날 때까지 반복적으로 이동되며, 그에 의해 세포를 파열시킨다. 특히, 충격 전면에 노출될 때 변형을 경험하기 위한 세포 구조 및 세포의 능력의 속성 불일치는 설명된 바와 같이 세포 파괴로 이어진다. 세포 구조를 파열시키는 현상을 설명하기 위한 하나의 가능한 이론이 (Burov, V. A., 2002)[1]에서 발견될 수 있으며, 이것은 여기에서 전체적으로 참조로서 통합된다.
- [0057] Burov [1]에 의해 논의된 바와 같이, 세포는 이들 압력 전면들에 의해 충격들 받을 때 일체형 유닛으로서 진동할 수 있지만, 기계적 응력의 가파른 기울기들이 공간적 이질성 파라미터들(즉, 밀도 및 전단 탄성 계수)의 결과로서 세포 안에서 발생될 수 있다. 이 개념은 질량들(m_1 및 m_2)을 가진 두 개의 링크된 볼들로서 생물학적 구조를 모델링함으로써 예시될 수 있으며 속도($\mu_0(t)$)를 갖고 볼들 주위에서 진동하는 액체의 밀도(ρ_0)는 볼들의 밀도들과 근소하게 상이한다(각각 ρ_1 및 ρ_2 만큼). 단지 전위 흐름에 대한 저항만이 고려된다면, 링크에 인가된 힘은 식(1)에 도시된 바와 같이 산출된다:
- $$F = \frac{2}{3} \frac{m_1 m_2}{m_1 + m_2} \frac{[\rho_1 - \rho_2]}{\rho_0} \mu_0(t) \quad (1)$$
- [0058]
- [0059] 식 (1) 및 그것의 변수들의 부가적인 논의들은 [1]에서 추가로 제공된다. 예를 들면, 볼 반경(R)이 약 $10\mu m$ 이고 볼들의 밀도들 사이에서의 차이가 $0.1 \rho_0$ 이면, 변형력, 10^9 dyne/cm²의 $F/(\pi R^2)m$ 를 야기한다. 이것은 세포 막을 파열시키기에 충분하다. 본 장치들의 실시예들은 특정한 세포들에 대한 타겟팅된 손상을 야기하기 위해 사용될 수 있는 제어된 방식으로 충격 파들을 발생시키며, 이것은 이하에서 추가로 논의되는 의학적 및/또는 미학적 치료 적용들을 가진다.
- [0060] 세포 파열의 현상을 설명하기 위한 또 다른 가능한 이론은 세포 구조에서 보다 밀집한 재료에서의 누적 전단 응력이다. 입자들(예로서, 안료 입자들)을 가진 세포들과 같은, 이질적 매체에서, 충격 파들은 세포 막들이 점진적(즉, 누적) 전단 메커니즘에 의해 파괴되게 한다. 다른 한편, 동질적 매체에서, 충격 파들에 의한 압축은 막들에 만약에 있다면, 최소의, 손상을 야기한다. 그것이 이질적 매체를 통과함에 따라 충격 파의 미시적 포커싱 및 디포커싱은 국소적 전단에서의 증가를 야기하는 충격 파 강화 또는 약화를 국소적으로 야기할 수 있다. 세포 막의 상대적 전단 운동은 세포 구조의 이질성의 규모로 발생한다. 충격 파들이 이질성들의 영역(예로서, 입자들

을 포함한 세포들)에 부딪칠 때, 인입 파들과 위상이 다른 입자 모션은 세포 파열 에너지 전달(예로서, 전단 응력)을 발생시키는 것으로 믿어진다. 역위상 모션(예로서, 전단 응력)은 전단 응력의 부가적인 연속적 누적을 갖고 점진적으로 세포 막 파괴가 될 수 있는 세포 막에 대한 미시적 손상을 야기한다.

[0061] 충격 파들의 반복된 노출의 점진적 전단 메커니즘은 세포 막들의 동적 피로로 고려될 수 있다. 동적 피로로부터의 손상은 3개의 인자들에 의존한다: (1) 인가된 응력 또는 변형, (2) 변형이 적용되는 레이트, 및 (3) 변형 사이클들의 누적 수. 이들 3개의 인자들은 이질성들을 가진 세포로 하여금 특정한 인가된 변형, 변형률, 및 변형 사이클들에서 비교적 더 많은 이질성들에 비교하여 재해적 세포 막 파괴를 경험하게 하기 위해 조작될 수 있다.

[0062] 인자들의 조작은 충격 파들의 수, 각각의 충격 파 간의 시간량, 및 인가된 충격 파들의 강도와 같은, 특정한 속성들의 EH 충격 파들을 제공함으로써 행해질 수 있다. 상기 논의된 바와 같이, 조직이 그것의 비변형 상태로 이완시키기 위해 충격 파들 사이에 충분한 시간이 있다면, 세포들은 파괴에 보다 저항적이게 될 것이다. 이와 같이, EH 시스템에 대한 실시예에서, 5Hz 이상 및 100Hz 이상 및 1MHz 이상의 펄스 레이트에서의 충격 파들은 조직의 동적 피로를 달성하며 조직이 이완할 시간을 허용하지 않기 위해 타겟팅된 세포 구조들로 전달된다.

[0063] 제 3 가능한 이론은 EH 충격 파들이 세포 구조에 포함된 입자들의 직접적 움직임 및 세포들을 파열시키는 동적 피로의 효과들의 조합을 야기한다는 것이다. 입자-포함 세포들이 이질성들을 보이는 세포 구조들의 분명한 예이지만, 그것들의 설명은 본 개시의 범위를 제한하도록 의도되지 않는다. 대신에, 여기에 개시된 실시예들은 상이한 유효 밀도 영역들을 가진 세포 구조들과 같은, 이질성들을 보이는 다른 세포 구조들을 파열시키거나 또는 그것에 대한 손상을 야기하기 위해 사용될 수 있다. 개시된 양상들에 따라 발생된 충격 파들의 파라미터들은, 적어도, 여기에서 설명된 바와 같이 세포 손상을 야기하기 위해 상이한 유효 밀도들(즉, 이질성들)의 영역들에 기초하여 조정될 수 있다. 이질성들은 단일 세포 내에서의 영역들, 상이한 유형들의 세포들의 영역, 또는 양쪽 모두의 조합일 수 있다. 특정한 실시예들에서, 세포 내에서의 이질성의 영역은 세포의 유효 밀도보다 큰 유효 밀도를 가진 영역을 포함한다. 일 특정 예에서, 섬유아세포의 유효 밀도는 약 1.09 g/cm^3 이고, 세포에서 이질성의 영역은 2.25 g/cm^3 의 밀도를 가진 흑연과 같은, 1.09 g/cm^3 보다 큰 유효 밀도를 가진 세포 내에 포함된 입자들일 것이다. 특정한 실시예들에서, 세포들 간의 세포 이질성의 영역은 상이한 유형들의 세포들을 가진 영역을 포함하며, 섬유아세포들 및 지방 세포들 또는 모낭들과 같은, 각각의 세포 유형은 상이한 유효 밀도를 갖는다. 본 개시는 이하에서 이질성들을 포함한 세포 구조들의 추가 예들을 제공한다.

[0064] 이제 도면들, 및 보다 특히 도 1을 참조하면, 제어된 방식으로 충격파들을 전기-유압식으로 발생시키기 위한 본 장치들 또는 시스템들의 일 실시예의 블록도가 그 안에 도시되며 참조 번호 10으로 지정된다. 도시된 것과 같은, 몇몇 실시예들에서, 시스템(10)은 핸드헬드 프로브(예로서, 도 2에서와 같은, 제 1 하우징을 가진) 및 별개의 제어기 또는 펄스-발생 시스템(예로서, 가요성 케이블 등을 통해 핸드헬드 프로브에 결합된 제 2 하우징에서 또는 그것을 갖고)을 포함한다. 다른 실시예들에서, 본 시스템들은 단일 하우징에 배치된 단일 핸드헬드 장치를 포함한다.

[0065] 도시된 실시예에서, 장치(10)는: 챔버(18) 및 충격과 출구(20)를 정의한 하우징(14); 챔버(18)에 배치된 액체(54); 하나 이상의 스파크 갭들을 정의하기 위해 챔버에 배치되도록 구성된 복수의 전극들(예로서, 스파크 헤드 또는 모듈(22)에서); 및 10Hz 내지 5MHz 사이의 레이트에서 전극들에 전압 펄스들을 인가하도록 구성된 펄스-발생 시스템(26)을 포함한다. 이 실시예에서, 용량성/유도성 코일 시스템(26)은 액체의 부분들이 액체 및 충격과 출구를 통해 충격파들을 전파시키기 위해 기화되도록 전극들에 전압 펄스들을 인가하기 위해 구성된다.

[0066] 도시된 실시예에서, 펄스-발생 시스템(26)은 교류 전원(예로서, 벽 콘센트)을 갖는 사용을 위해 구성된다. 예를 들면, 이 실시예에서, 펄스-발생 시스템(26)은 110V 벽 플러그로 삽입되도록 구성된 플러그(30)를 포함한다. 도시된 실시예에서, 펄스-발생 시스템(26)은 용량성/유도성 코일 시스템을 포함하며, 그 예는 도 6을 참조하여 이하에서 설명된다. 다른 실시예에서, 펄스-발생 시스템(26)은 본 개시에서 설명되는 바와 같이, 각각의 스파크 갭들에서 액체를 기화시키기 위해 충분한 전력의 전기 스파크들을 발생시키기 위해 주기적 방식으로 전극들에 높은 전압들을 인가하도록 구성된 임의의 적절한 구조 또는 구성요소들을 포함할 수 있다.

[0067] 도시된 실시예에서, 펄스-발생 시스템(26)은, 예를 들면, 둘 이상의 전기 도체들을 포함하며 및/또는 충격을 방지하기 위해 고무 또는 다른 유형의 전기적 절연 재료로 심하게 보호될 수 있는, 고-전압 케이블(34)을 통해 스파크 헤드 또는 모듈(22)에서 전극들에(예로서, 착탈 가능하게) 결합된다. 몇몇 실시예들에서, 고-전압 케이블(34)은 챔버(18)가 액체로 채워질 수 있으며 및/또는 액체가 챔버(18)를 통해(예로서, 조합된 연결(36)을 통해) 순환될 수 있는 하나 이상의(예로서, 두 개) 액체 루멘들을 추가로 포함하는 조합된 테더 또는 케이블이다. 도

시된 실시예에서, 장치(10)는 핸드헬드 프로브 또는 핸드피스(38)를 포함하며 케이블(34)은 고-전압 커넥터(42)를 통해 프로브(38)에 착탈 가능하게 결합되고, 이것은 둘 이상의 전기 도체들(44)을 통해 스파크 헤드 또는 모듈(22)에 결합된다. 도시된 실시예에서, 프로브(38)는 헤드(46) 및 핸들(50)을 포함하며, 프로브(38)는 조작자가 동작 동안 프로브(38)를 배치하도록 핸들(50)을 꼭 잡을 수 있게 하기 위해 폴리머 또는 다른 전기적 절연 재료를 포함할 수 있다. 예를 들면, 핸들(50)은 플라스틱으로 몰딩될 수 있으며 및/또는 고무와 같은 전기적 절연 재료로 코팅될 수 있다.

[0068]

도시된 실시예에서, 액체(54)(예로서, 증류수와 같은 유전성 액체)는 챔버(38)에 배치된다(예로서, 실질적으로 가득 채운다). 이 실시예에서, 스파크 헤드(22)는 챔버(18)에 배치되며 액체의 부분들이 액체 및 충격과 출구(20)를 통해 충격파를 전파시키기 위해 기화되도록 전극들이 펄스-발생 시스템(26)으로부터 전압 펄스들을 수신할 수 있기 위해(예로서, 10Hz 내지 5MHz 사이에서의 레이트로) 액체로 둘러싸인다. 도시된 실시예에서, 프로브(38)는 챔버(18) 및 출구(20) 사이에 음향 지연 챔버(58)를 포함한다. 이 실시예에서, 음향 지연 챔버는 대체로 액체(62)(예로서, 액체(54)와 동일한 유형의)로 채워지며 충격파들이 형성되고 및/또는 출구(20)로 향해지도록 허용하기에 충분한 길이(66)를 갖는다. 몇몇 실시예들에서, 길이(66)는 2 밀리미터(mm) 내지 25 밀리미터(mm) 사이에 있을 수 있다. 도시된 실시예에서, 챔버(18) 및 음향-지연 챔버(58)는 음파들 및/또는 충격파들이 챔버(18)로부터 음향-지연 챔버(58)로 이동하도록 허용하는 초음파투과(음향적으로 침투 가능한 또는 투과 가능한) 재료의 층에 의해 분리된다. 다른 실시예들에서, 액체(62)는 액체(54)와 상이할 수 있다(예로서, 액체(62)는 기포들, 물, 오일, 미네랄 오일 등을 포함할 수 있다). 기포들과 같은 특정한 특징들은 충격파들의 형성을 증가시키기 위해 액체(54)의 음향 거동에서의 비선형성을 도입하고 및/또는 개선할 수 있다. 추가 실시예들에서, 챔버(18) 및 음향-지연 챔버(54)는 통합될 수 있다(즉, 단일 챔버를 포함할 수 있다). 추가 실시예들에서, 음향-지연 챔버(54)는 고체 부재로 대체될 수 있다(예로서, 폴리우레탄과 같은 탄성중합체 재료의 고체 실린더). 도시된 실시예에서, 프로브(38)는 도시된 바와 같이, 음향 지연 챔버의 원위 단부에서 하우징에 착탈 가능하게 결합된 출구 부재(70)를 추가로 포함한다. 부재(70)는 조직(74)을 접촉하도록 구성되며, 환자들 사이에서 제거되며 살균되거나 또는 대체될 수 있다. 부재(70)는 충격파들이 출구(20)를 통해 음향-지연 챔버(58)를 빠져나오도록 허용하기 위해 음향적으로 침투 가능한 폴리머 또는 다른 재료(예로서, 저-밀도 폴리에틸렌 또는 실리콘 고무)를 포함한다. 조직(74)은, 예를 들면, 장치(10)를 갖고 치료될 인간 피부 조직일 수 있으며, 예를 들면, 문신, 잡티, 피하 병변, 또는 기저 세포 이상을 포함할 수 있다. 몇몇 실시예들에서, 음향 결합 젤(도시되지 않음)은 윤활시키고 조직(74)으로 부가적인 음향 투과를 제공하기 위해 부재(70) 및 조직(74) 사이에 배치될 수 있다.

[0069]

도시된 실시예에서, 프로브(38)는 재료(예로서, 유리)를 포함하며 음향 미러 상에 입사되는 다수의 음파들 및/또는 충격파들을 반사하도록 구성되는 음향 미러(78)를 포함한다. 도시된 바와 같이, 음향 미러(58)는 음파들 및/또는 충격파들(예로서, 스파크 헤드(22)에서 비롯되는)을 출구(20)를 향해 반사하도록(음향-지연 챔버를 통해) 각이 있을 수 있다. 도시된 실시예에서, 하우징(14)은 사용자가 타겟 세포들(충격파들의 인가 동안 또는 타겟 조직에서 출구(20)를 배치하기 위해 충격파들의 인가 이전에)을 포함한 환자의 영역(예로서, 조직(74))을 보도록 허용하기 위해(윈도우(82), 챔버(18), 챔버(58), 및 부재(70)를 통해) 구성되는 반투명 또는 투명 윈도우(82)를 포함할 수 있다. 도시된 실시예에서, 윈도우(82)는 윈도우 상에 입사되는 다수의 음파들 및/또는 충격파들을 반사하도록 구성되는 음향적 반사성 재료(예로서, 유리)를 포함한다. 예를 들면, 윈도우(82)는 스파크 헤드(22)에서 생성된 고-에너지 음향 펄스들을 견디기 위해 충분한 두께 및 강도의 깨끗한 유리를 포함할 수 있다(예로서, 약 2mm의 두께 및 50% 이상의 광 투과 효율을 가진 강화 판 유리).

[0070]

도 1에서, 인간 눈(86)은 윈도우(82)를 통해 타겟 조직을 보는 사용자를 나타내지만, 타겟 조직은 카메라(예로서, 디지털 스틸 및/또는 비디오 카메라)를 경유하여 윈도우(82)를 통해 "보여질" 수 있다는 것이 이해되어야 한다. 직접 또는 간접 관찰에 의해, 음향 에너지는 현존하는 문신들과 같은 타겟 조직들에 따라, 및 조직의 컬러에서의 변화와 같은, 음향 에너지의 표시들에 의해 배치되고, 인가되며, 재배치될 수 있다. 그러나, 스파크 헤드(22)가 사용자가 스파크 헤드(22)를 볼 수 있는 곳에 배치되면, 스파크 헤드(22)로부터의 결과적인 스파크의 밝기는 사용자가 편안하게 보기에 너무 밝을 수 있으며, 도시된 실시예에서, 프로브(38)는 복수의 전극들이 윈도우(82) 및 출구(20)를 통해 영역(예로서, 타겟 조직의)을 보는 사용자에게 가시적이지 않도록 구성된다. 예를 들면, 도시된 실시예에서, 프로브(38)는 스파크 헤드(22) 및 윈도우(82) 사이에 배치된 광학 실드(90)를 포함한다. 실드(90)는, 예를 들면, 실드(90)가 스파크 헤드(22)로부터의 광이 사용자의 눈으로 직접 이동하는 것을 실질적으로 차단하기에 충분히 크지만, 상기 광을 차단하기 위해 필요한 것보다 많이 윈도우(82) 및 출구(20)를 통해 시야를 방해하지 않도록 윈도우(82)의 대응하는 폭 및/또는 길이 미만인 폭 및/또는 길이를 가질 수 있다. 실드(90)는, 예를 들면, 스테인리스 스틸과 같은 금속의 얇은 시트, 또는 다른 불투명 재료를 포함할 수 있거나, 또는 스파크 겹들에서 스파크들의 밝기에 의해 광학적으로 활성화되고 어두워지는 용접기 유리(예로

서, 광전지 또는 다른 광-민감성 재료에 의해 어두워진 LCD)를 포함할 수 있다. 스파크 갭 헤드로부터의 결과적인 스파크들을 가리는 음향 효과는 스파크 헤드(22)로부터의 포인트 소스의 효과 및 결과적인 원하는 평면 파면을 유지하기 위해 고려되어야 한다. 실드(90)가 음향적으로 반사성 재료를 포함한다면, 펄스 확장을 방지하기 위해, 스파크 헤드(22)에서의 전극들 사이에서의 스파크 갭들 및 실드 사이에서의 거리는 실드로부터 반사된 음파들 및/또는 충격파들과 스파크 헤드(22)에서 비롯된 음파들 및/또는 충격파들 사이에서 (예로서, 적어도 파괴적) 간섭을 최소화하기 위해 선택될 수 있다(예로서, 교차하는 파동들이 과도한 에코들 또는 반향을 생성하지 않도록). 약 1500 m/Sec의 증류수와 같은 매체에서 음파들의 속도를 갖고, 스파크 헤드 및 실드 사이에서의 거리는 소스로부터 1/2 및 3/4 파장들에 있는 것으로 산출될 수 있다.

[0071] 스파크 헤드(22)(예로서, 스파크 헤드(22)에서의 전극들)는 활성화의 지속 기간을 제한함으로써 연장될 수 있는 제한된 수명을 가질 수 있다. 도시된 실시예에서, 장치(10)는 스위치 와이어 또는 다른 연결(98)을 경유하여 커넥터(42)를 통해 펄스-발생 시스템(26)에 결합된 스위치 또는 트리거(94)를 포함하며, 따라서 스위치(94)는 스파크 헤드(22)에서의 전극들에 전압 펄스들을 인가하도록 작동될 수 있다.

[0072] 도 2는 본 EH 충격과 발생 시스템들 및 장치들의 몇몇 실시예들과 함께 사용하기 위한 본 핸드헬드 프로브들 또는 핸드피스의 제 2 실시예(38a)의 단면 측면도를 묘사한다. 프로브(38a)는 프로브(38)와 몇몇 점들에서 대체로 유사하며, 그러므로 차이들이 여기에서 주로 설명된다. 예를 들면, 프로브(38a)는 또한 스파크 헤드 또는 모듈(22a)의 복수의 전극들이 윈도우(82a) 및 출구(20a)를 통해 영역(예로서, 타겟 조직의)을 보는 사용자에게 가시적이지 않도록 구성된다. 그러나, 광학 실드를 포함하기보다는, 프로브(38a)는 스파크 헤드(22a)(및 스파크 헤드의 전극들)가 윈도우(82a) 및 출구(20a)를 통해 연장된 광학 경로로부터 오프셋되도록 구성된다. 이 실시예에서, 음향 미러(78a)는 챔버(18a)의 경계를 정의하기 위해 및 스파크 헤드(22a)로부터 출구(20a)로 음향파들 및/또는 충격파들을 향하게 하기 위해, 도시된 바와 같이, 스파크 헤드(22a) 및 출구(20a) 사이에 배치된다. 도시된 실시예에서, 윈도우(82a)는 음향 미러(78a)가 윈도우(82a) 및 챔버(18a) 사이에 배치되며 음파들 및/또는 충격파들이 윈도우(82a) 상에 직접 입사되지 않기 때문에(즉, 음파들 및/또는 충격 파들이 주로 음향 미러(78a)에 의해 반사되기 때문에) 폴리머 또는 다른 음향적으로 침투 가능한 또는 투과성 재료를 포함할 수 있다.

[0073] 도시된 실시예에서, 스파크 헤드(22a)는 복수의 스파크 갭들을 정의하는 복수의 전극들(100)을 포함한다. 다수의 스파크 갭들의 사용은 그것이 주어진 시간 기간에서 전달될 수 있는 펄스들의 수를 두 배로 만들 수 있기 때문에 유리할 수 있다. 예를 들면, 펄스가 스파크 갭에서 상당한 양의 액체를 기화시킨 후, 증기는 그것의 액체 상태로 되돌아가거나 또는 여전히 액체 상태에 있는 액체의 상이한 부분에 의해 변위되어야 한다. 스파크 갭이 뒤이은 펄스가 부가적인 양을 기화시킬 수 있기 전에 물로 다시 채워지도록 요구되는 시간 외에, 스파크들은 또한 전극들을 가열시킨다. 이와 같이, 주어진 스파크 레이트에 대해, 스파크 갭들의 수를 증가시키는 것은 각각의 스파크 갭이 소성되어야 하는 레이트를 감소시키며 그에 의해 전극들의 수명을 연장시킨다. 따라서, 10개의 스파크 갭들은 잠재적으로 가능한 펄스 레이트 및/또는 전극 수명을 10배로 증가시킨다.

[0074] 상기 주지된 바와 같이, 높은 펄스 레이트들은 전극들 상에서의 피로를 증가시키고 및/또는 증기가 그것이 기화된 후 액체 상태로 되돌아가기 위해 필요한 시간을 증가시킬 수 있는 많은 양의 열을 발생시킬 수 있다. 몇몇 실시예들에서, 이러한 열은 스파크 헤드 주위에서 액체를 순환시킴으로써 관리될 수 있다. 예를 들면, 도 2의 실시예에서, 프로브(38)는 도시된 바와 같이, 챔버(18a)로부터 각각의 커넥터들(112 및 116)로 연장된 도관들(104 및 108)을 포함한다. 이 실시예에서, 커넥터들(112 및 116)은 챔버(18a)를 통해(예로서, 열 교환기를 통해) 액체를 순환시키기 위해 펌프에 결합될 수 있다. 예를 들면, 몇몇 실시예들에서, 펄스-발생 시스템(26)(도 1)은 직렬로 있으며 도관들 등을 통해 커넥터들(112 및 116)에 결합되도록 구성된 펌프 및 열 교환기를 포함할 수 있다. 몇몇 실시예들에서, 필터는 챔버를 통해 순환되는 액체를 필터링하기 위해 프로브(38a)에, 스파크 발생 시스템(예로서, 26)에, 및/또는 프로브와 스파크 발생 시스템 사이에 포함될 수 있다.

[0075] 부가적으로, 높은 펄스 레이트들에서 전극들(100)의 제한된 수명으로 인해, 본 프로브들의 몇몇 실시예들은 일회용일 수 있다. 대안적으로, 몇몇 실시예들은 사용자가 전극들을 교체하도록 허용하기 위해 구성된다. 예를 들면, 도 2의 실시예에서, 스파크 헤드(22a)는 프로브(38a)로부터 착탈 가능하도록 구성된다. 예를 들면, 스파크 헤드(22a)는 핸들(50a)을 통해 착탈 가능할 수 있거나, 또는 핸들(50a)은 헤드(46)로부터 핸들(50a)의 제거 시, 스파크 헤드(22a)가 헤드(46a)로부터 제거되고 교체될 수 있도록 헤드(46a)에 착탈 가능하게 결합될 수 있다(예로서, 스레드들 등을 통해).

[0076] 도 2에 예시된 바와 같이, 타겟 조직으로의 각각의 충격파의 인가는 출구(20a)로부터 전파되며 조직(74)을 통해 바깥쪽으로 이동하는 파면(118)을 포함한다. 도시된 바와 같이, 파면(74)은 그것이 조직(74)을 접촉하는 출구

부재(70a)의 외부 표면의 형태에 따라 바깥쪽으로 및 부분적으로 이동하므로 그것의 팽창에 따라 곡선이 된다. 도 1의 것과 같은, 다른 실시예들에서, 접촉 부재의 외부 형태는 평면이거나 또는 그 외 그것이 출구(20a)를 통과하며 타겟 조직을 통해 전파되므로 파면의 특정한 속성들에 영향을 주도록 성형될 수 있다.

[0077] 도 2a는 착탈 가능한 스파크 헤드 또는 모듈(22a)의 제 1 실시예의 확대된 단면도를 묘사한다. 도시된 실시예에서, 스파크 헤드(22a)는 스파크 부재(124)를 정의한 측벽(120), 및 스파크 챔버에 배치된 복수의 전극들(100a, 100b, 100c)을 포함한다. 도시된 실시예에서, 스파크 챔버(124)는 액체(54)(도 1)와 유사할 수 있는 액체(128)로 채워진다. 측벽(120)의 적어도 일 부분은 전극들에서 발생된 음파들 및/또는 충격파들이 측벽(120)을 통해 및 챔버(18a)를 통해 이동하도록 허용하기 위해 구성된 음향적으로 침투 가능한 또는 투과성 재료(예로서, 폴리에틸렌과 같은 폴리머)를 포함한다. 예를 들면, 도시된 실시예에서, 스파크 헤드(22a)는 음향적으로 반사성 및 음향적으로 침투성 캡 부재(136)이도록 구성될 수 있는 컵-형 부재(132)를 포함한다. 이 실시예에서, 캡 부재(136)는 전극들에서 비롯된 팽창 파면의 곡선 형태에 근사하며 적절한 압력을 갖고 인가될 때 피부를 압축하기 위해 돔 성형된다. 캡 부재(136)는 O-링 또는 개스킷(140) 및 유지 칼라(144)를 갖고 컵-형 부재(132)에 결합될 수 있다. 도시된 실시예에서, 컵-형 부재(132)는 원형 단면을 가진(예로서, 2인치 이하의 직경을 가진) 원통 형태를 가진다. 이 실시예에서, 컵-형 부재는 프로브에 대해 스파크 헤드(22a)의 위치를 고정시키기 위해 프로브(38a)(도 2)의 헤드(46a)에서 대응하는 홈들과 동조하도록 구성된 바요넷(bayonet)-스타일 핀들(148, 152)을 포함한다.

[0078] 도시된 실시예에서, 전극 코어(156)는 도체들(160a, 160b, 160c)을 가지며 애퍼처(164)를 통해 연장되고, 애퍼처(164)와 전극 코어(156) 사이에서의 계면은 그로밋(168)으로 밀봉된다. 도시된 실시예에서, 중심 도체(160a)는 코어(156)의 중심을 통해 연장되며 대응하는 중심 전극(100a)에 대한 접지로서 작용한다. 주변 도체들(160b, 160c)은 전극들(100a 및 100b) 사이에, 및 전극들(100a 및 100c) 사이에서 스파크 갭에 걸쳐 스파크들을 발생시키기 위해 주변 전극들(100b, 100c)과 통신한다. 두 개의 스파크 갭들이 도시되지만, 임의의 수의 스파크 갭들이 사용될 수 있으며, 단지 스파크 갭들의 간격 및 크기에 의해서만 제한될 수 있다는 것이 이해되어야 한다. 예를 들면, 다른 실시예들은 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9, 10 또는 심지어 그 이상의 스파크 갭들을 포함한다.

[0079] 도 2b는 착탈 가능한 스파크 헤드 또는 모듈(22b)의 제 2 실시예의 확대된 컷어웨이 측면도를 묘사한다. 도시된 실시예에서, 스파크 헤드 또는 모듈(22b)은 스파크 챔버(124a)를 정의한 측벽(120a), 및 스파크 챔버에 배치된 복수의 전극들(100d-1, 100d-2, 100, 100f)을 포함한다. 도시된 실시예에서, 스파크 챔버(124a)는 액체(128 및/또는 54)와 유사할 수 있는 액체(128a)로 채워진다. 측벽(120a)의 적어도 일 부분은 전극들에서 발생된 음파들 및/또는 충격파들이 측벽(120a)을 통해 및 챔버(18a)(도 2)를 통해 이동하도록 허용하기 위해 구성된 음향적으로 침투성 또는 투과성 재료(예로서, 폴리에틸렌과 같은 폴리머)를 포함한다. 예를 들면, 도시된 실시예에서, 스파크 헤드(22b)는 음향적으로 반사성 및 음향적으로 침투성 캡 부재(136a)이도록 구성될 수 있는 컵-형 부재(132a)를 포함한다. 이 실시예에서, 캡 부재(136a)는 전극들에서 비롯된 팽창 파면의 곡선 형태에 근사하며 적절한 압력을 갖고 인가될 때 피부를 압축하기 위해 돔 성형된다. 캡 부재(136a)는 O-링 또는 개스킷(도시되지 않지만, 140과 유사함) 및 유지 칼라(144a)를 갖고 컵-형 부재(132a)에 결합될 수 있다. 도시된 실시예에서, 컵-형 부재(132a)는 원형 단면을 가진(예로서, 2인치 이하의 직경을 가진) 원통 형태를 가진다. 몇몇 실시예들에서, 컵-형 부재는 또한 프로브에 대해 스파크 헤드(22b)의 위치를 고정시키기 위해 프로브(38a)의 헤드(46a)에서 대응하는 홈들과 동조하도록 구성된 바요넷-스타일 핀들(도시되지 않지만, 148, 152와 유사함)을 포함할 수 있다.

[0080] 도시된 실시예에서, 도체들(160d, 160e, 160f)은 도시된 바와 같이, 측벽(132a)의 후방 부분(출구 캡 부재(136a)의 반대편에 있는)을 통해 연장된다. 이 실시예에서, 중심 도체(160b) 및 주변 도체들(160a, 160c)은 그로밋들 등이 측벽 및 도체들 사이에서의 계면을 밀봉하기 위해 필요하도록 측벽(120a)으로 몰릴 수 있다. 도시된 실시예에서, 중심 도체(160d)는 대응하는 중심 전극들(100d-1 및 100d-2)에 대한 접지로서 작용하며, 이것은 또한 서로 전기 통신한다. 주변 도체들(160e, 160f)은 전극들(100d-1 및 100e) 사이에, 및 전극들(100d-2 및 100f) 사이에서의 스파크 갭에 걸쳐 스파크들을 발생시키기 위해 주변 전극들(100e, 100f)과 통신한다. 두 개의 스파크 갭들이 도시되지만, 임의의 수의 스파크 갭들이 사용될 수 있으며, 단지 스파크 갭들의 간격 및 크기에 의해 제한될 수 있다는 것이 이해되어야 한다. 예를 들면, 다른 실시예들은 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9, 10, 또는 심지어 그 이상의 스파크 갭들을 포함한다.

[0081] 도시된 실시예에서, 중심 전극들(100d-1 및 100d-2)은 측벽(120a)으로부터 캡 부재(136a)를 향해 챔버(124a)로 연장된 가늘고 긴 부재(172)에 의해 운반되며, 그것과 통합될 수 있다. 이 실시예에서, 부재(172)는 부재의 원위 단부(인접한 전극들(100d-1, 100d-2))이, 화살표들(180)에 의해 표시된 바와 같이, 전극들(100e 및 100f)

사이에서 앞뒤로 피봇팅하도록 허용하기 위해 힌지(176)(측벽(102a)에 대하여 고정되는)에 장착된다. 도시된 실시예에서, 부재(172)의 원위 부분은 스프링 암들(184)에 의해 전극(100e)을 향해 바이어싱된다. 이 실시예에서, 스프링 암들(184)은 전극(100e)으로부터의 초기 스파크 갭 거리에서 전극(100d-1)을 배치하도록 구성된다. 전극들(100d-1 및 100e)에 걸친 전기 전위의 인가 시(예로서, 본 개시에서의 다른 곳에서 설명된 바와 같이, 펄스-발생 시스템을 통해), 스파크는 이들 두 개의 전극들 사이에서 액체를 기화시키기 위해 전기 펄스를 방출하도록 이들 두 개의 전극들 사이에서 아크를 발생시킬 것이다. 이들 두 개의 전극들 사이에서의 증기의 팽창은 부재(172) 및 전극(100d-2)을 전극(100f)을 향해 아래쪽으로 이끈다. 부재(172)가 아래쪽으로 이동하는 시간 기간 동안, 펄스-발생 시스템은 재충전하고 전극들(100d-2 및 100f) 사이에 전기 전위를 인가할 수 있으며, 따라서 전극들(100d-2 및 100f) 사이에서의 거리가 충분히 작아질 때, 스파크는 이들 두 개의 전극들 사이에서 액체를 기화시키기 위해 전기 펄스를 방출하도록 이들 두 개의 전극들 사이에서 아크를 발생시킬 것이다. 전극들(100d-2 및 100f) 사이에서의 증기의 팽창은 그 후 부재(172) 및 전극(100d-1)을 전극들(100e)을 향해 위쪽으로 이끈다. 부재(172)가 위쪽으로 이동하는 시간 기간 동안, 펄스-발생 시스템은 재충전하고 전극들(100d-1 및 100e) 사이에 전기 전위를 인가할 수 있으며, 따라서 전극들(100d-1 및 100e) 사이에서의 거리가 충분히 작아질 때, 스파크는 전기 펄스를 방출하고 이들 두 개의 전극들 사이에서 액체를 기화시키기 위해 이들 두 개의 전극들 사이에 아크를 발생시켜서, 사이클이 다시 시작되게 한다. 이러한 방식으로, 부재(172)는 전기 전위가 전극들에 인가되는 것을 중단할 때까지 전극들(100e 및 100f) 사이에서 진동한다.

[0082] 특히 액체에서, 고-레이트 및 고-에너지 전기 펄스들로의 노출은, 전극들이 고정된 위치들에 유지된다면 전극들이 전극들 사이에서의 스파크 갭 거리를 변경할 수 있는 빠른 산화, 부식, 및/또는 다른 열화를 겪게 한다(예로서, 전극들이 교체되고 및/또는 조정되도록 요구하는). 그러나, 도 2b의 실시예에서, 전극들(100e 및 100f) 사이에서의 전극들(100d-1, 100d-2) 및 부재(172)의 피봇팅은 각각의 스파크에 대한 스파크 갭을 효과적으로 조정한다. 특히, 전류가 전극들 사이에서 아크를 발생시키는 전극들 사이에서의 거리는 전극 재료 및 전기 전위의 함수이다. 이와 같이, 일단 인접한 전극들(예로서, 100d-1 및 100e)의 가장 가까운 표면들(침식될지라도)이 주어진 실시예에 대해 스파크 갭 거리에 도달한다면, 스파크는 전극들 사이에 발생된다. 이와 같이, 부재(172)는 전극들(100d-1 및 100e) 사이에서, 및 전극들(100d-2 및 100f) 사이에서 각각의 스파크 갭들을 자기-조정하도록 구성된다.

[0083] 도 2b에서처럼, 본 이동 가능한 전극들의 이점의 또 다른 예는 전극들이 단지 한 쌍의 전극들만이 임의의 주어진 시간에 아크 거리 내에 있도록 배치되는 한 다수의 코일들이 요구되지 않으며, 이러한 단일 또는 코일 시스템은 부재(172)가 하나의 전극에서 다름으로 피봇팅하는데 걸리는 것보다 적은 시간 동안 재충전하도록 구성된다. 예를 들면, 도 2b의 실시예에서, 전기 전위는 공통 접지로서 작용하는 전극들(100d-1 및 100d-2)을 갖고 전극들(100e 및 100f)에 동시에 인가될 수 있으며, 전기 전위는 부재(172)가 수평(도시된 배향으로)에 대하여 위쪽으로 피봇팅될 때 스파크가 단지 전극들(100d-1 및 100e) 사이에서만 아크를 발생시며, 부재(172)가 수평에 대하여 아래쪽으로 피봇팅될 때 단지 전극들(100d-2 및 100f) 사이에서만 아크를 발생시키도록 한다. 이와 같이, 부재(172)가 상기 설명된 바와 같이 위쪽으로 및 아래쪽으로 피봇팅하므로, 단일 코일 또는 코일 시스템은 주변 전극들(100e, 100f) 중 양쪽 모두에 연결되며 주변 전극들의 각각을 통해 교차하여 방전될 수 있다. 이러한 실시예들에서, 펄스 레이트는 부재(172) 및 스프링 암들(184)의 물리적 속성들을 선택함으로써 조정될 수 있다. 예를 들면, 부재(172)의 속성들(예로서, 질량, 강성, 단면 형태 및 면적, 길이 등) 및 스프링 암들(184)의 속성들(예로서, 스프링 상수, 형태, 길이 등)은 시스템의 공진 주파수, 및 그에 의해 스파크 헤드 또는 모듈(22b)의 펄스 레이트를 조정하기 위해 변경될 수 있다. 유사하게, 액체(128a)의 점성은 선택되거나 또는 조정될 수 있다(예로서, 압(172)의 이동 속도를 감소시키기 위해 증가되거나, 또는 압(172)의 이동 속도를 증가시키기 위해 감소된다).

[0084] 도 2b에서처럼, 본 이동 가능한 전극들의 이점의 또 다른 예는 전극들의 속성들(예로서, 형태, 단면적, 길이 등)은 스파크 헤드(22b)가 상기 지정된 유용한 수명 후 작동하지 않거나 또는 유효성이 제한되도록 스파크 헤드에 대한 알려진 유효 또는 유용한 수명(예로서, 1회 30-분 치료)을 달성하도록 구성될 수 있다는 것이다. 이러한 특징은 예를 들면, 새로운, 살균한 스파크 헤드가 치료된 영역들 또는 환자들 사이에서 잠재적인 상호 오염을 최소화하도록 치료된 각각의 환자 또는 영역을 위해 사용됨을 보장하기 위해서와 같은, 단일 치료 후 스파크 헤드가 폐기됨을 보장하기 위해 유용할 수 있다.

[0085] 도 2c는 착탈 가능한 스파크 헤드 또는 모듈(22c)의 제 3 실시예의 확대된 컷어웨이 측면도를 묘사한다. 스파크 헤드(22c)는 이하에서 주지된 경우를 제외하고, 스파크 헤드(22b)와 대체로 유사하며, 유사한 참조 부호들은 그러므로 스파크 헤드(22b)의 대응하는 구조들과 유사한 스파크 헤드(22c)의 구조들을 지정하기 위해 사용된다.

스파크 헤드(22b)에 대한 주요 차이는 스파크 헤드(22c)가 힌지를 갖지 않는 빔(172a)을 포함하며, 따라서 빔 자체의 힘은, 스파크 헤드(22b)에 대해 상기 설명된 바와 같이, 화살표들(180)에 의해 표시된 상하 방향으로 전극들(100d-1 및 100d-2)의 움직임을 제공한다는 것이다. 이 실시예에서, 스파크 헤드(22c)의 공진 주파수는 특히 빔(172a)의 물리적 속성들(예로서, 질량, 강성, 단면 형태 및 면적, 길이 등)에 의존한다. 스파크 헤드(22b)의 스프링 암들(184)에 대해 설명된 바와 같이, 빔(172a)은 도시된 바와 같이, 전극(100e)을 향해 바이어싱되도록 구성되며, 따라서 전극(100d-1)은 처음에 전극(100e)으로부터 초기 스파크 갭 거리에 배치된다. 스파크 헤드(22c)의 기능은, 빔(172a) 자체가 구부러지며 힌지(176) 및 스프링 암들(184)이 불필요하도록 움직임에 대한 몇몇 저항을 제공한다는 점을 제외하고, 스파크 헤드(22b)의 기능과 유사하다.

[0086] 도시된 실시예에서, 스파크 헤드(22b)는 또한 액체가 스파크 챔버(124b)를 통해 순환될 수 있는 액체 커넥터들 또는 포트들(188, 192)을 포함한다. 도시된 실시예에서, 스파크 헤드(22b)의 근위 단부(196)는 액체에 대한 두 개의 루멘들(커넥터들 또는 포트들(188, 192)) 및 둘 이상(예로서, 도시된 바와 같이 3)의 전기 도체들(커넥터들(160d, 160e, 160f))과의 조합된 연결로서 작용한다. 이러한 실시예들에서, 근위 단부(196)의 조합된 연결은 두 개의 액체 루멘들(커넥터들 또는 포트들(188, 192)에 대응하는), 및 둘 이상의 전기 도체들(예로서, 커넥터(160d)에 연결하기 위한 제 1 전기 도체 및 주변 커넥터들(160e, 160f) 양쪽 모두에 연결하기 위한 제 2 전기 도체)을 가진 조합된 테더 또는 케이블에 결합될 수 있다(직접 또는 프로브 또는 핸드피스를 통해). 이러한 조합된 테더 또는 케이블은 펌프가 저장소 및 스파크 챔버 사이에서 액체를 순환시킬 수 있도록 액체 저장소 및 펌프를 가진 펄스-발생 시스템에 스파크 헤드(예로서, 및 스파크 헤드가 결합되는 프로브 또는 핸드피스)를 결합시킬 수 있다. 몇몇 실시예들에서, 캡 부재(136a)는 커넥터들 또는 포트들(188, 192)이 액체로 하여금 스파크 헤드가 결합되는 핸드피스의 보다 큰 챔버(예로서, 18a)를 통해 순환되도록 허용할 수 있도록 생략된다. 마찬가지로, 스파크 헤드(22a)가 결합되도록 구성되는 프로브 또는 핸드피스는 스파크 모듈이 핸드피스에 결합될 때(예로서, 스파크 헤드 및 프로브를 함께 누르는 것 및/또는 프로브에 대해 스파크 헤드를 비틀거나 또는 회전시키는 것을 통해) 스파크 헤드의 전기 및 액체 커넥터들이 프로브 또는 핸드피스의 각각의 전기 및 액체 커넥터들에 동시에 연결되도록 스파크 헤드의 각각의 전기 커넥터들(160d, 160e, 160f) 및 액체 커넥터들(188, 192)에 대응하는 전기 및 액체 커넥터들을 포함할 수 있다.

[0087] 본 실시예들에서, 수 Hz 내지 많은 KHz(예로서, 5MHz까지)의 펄스 레이트가 이용될 수 있다. 복수의 펄스들, 또는 충격파들에 의해 생성된 피로 이벤트가 일반적으로 보다 높은 펄스 레이트들에서 누적되기 때문에, 치료 시간은 휴식의 긴 지속 기간들에 의해 이격된 몇몇 고-출력 충격파들보다는 연달아 많은 적정-출력 충격파들을 사용함으로써 상당히 감소될 수 있다. 상기 주지된 바와 같이, 본 실시예들의 적어도 일부(예로서, 다수의 스파크 갭들을 가진 것)는 보다 높은 레이트들에서 충격파들의 전기-유압 발생을 가능하게 한다. 예를 들면, 도 3a는 본 실시예들의 전극들에 인가된 전압 펄스들의 단지 두 개의 시퀀스들만을 도시하기 위해 확대된 타이밍 다이어그램을 묘사하며, 도 3b는 본 실시예들의 전극들에 인가된 보다 많은 수의 전압 펄스들을 도시한 타이밍 다이어그램을 묘사한다.

[0088] 스파크 모듈들(22a, 22b, 22c) 중 임의의 것과 유사한 부가적인 실시예들에서, 각각의 측벽(120, 120a, 120b)의 일 부분은 각각의 스파크 챔버(124, 124a, 124b)가 또한 생략되거나 또는 대응하는 핸드피스의 보다 큰 챔버(예로서, 18 또는 18a)에서의 액체가 전극들 사이에서 자유롭게 순환할 수 있도록 개방된 채로 있도록 생략될 수 있다. 이러한 실시예들에서, 스파크 챔버(예로서, 측벽(120, 120a, 120b))는 액체 커넥터들을 포함할 수 있거나 또는 액체는 스파크 챔버(예로서, 도 2에 묘사된 바와 같이)에 독립적인 액체 포트들을 통해 순환할 수 있다.

[0089] 도 3a에 도시된 펄스 트레인 또는 시퀀스(200)의 부분은 그 사이에 지연 기간(212)을 갖고 타이밍된 펄스 그룹들(204 및 208)을 포함한다. 버스트들 또는 그룹들(예로서, 204, 208)은 겨우 하나 또는 둘, 또는 수천 개의 펄스들을 포함할 수 있다. 일반적으로, 각각의 그룹(204, 208)은 이벤트(즉, 스파크 갭에 걸친 스파크)를 트리거하기 위해 전극들에 인가되는 여러 개의 전압 펄스들을 포함할 수 있다. 지연 기간(212)의 지속 기간은 각각의 스파크 갭에 걸친 전극들의 냉각을 허용하기 위해 및 전자 장치의 재충전을 허용하기 위해 설정될 수 있다. 본 개시의 실시예들을 위해 사용되는 바와 같이, 펄스 레이트는 전압 펄스 그룹들(각각이 하나 이상의 펄스들을 갖는)이 전극들에 인가되는 레이트를 나타내며; 도 3a 및 도 3b에 예시된 바와 같이, 둘 이상의 펄스들을 가진 펄스 그룹들 내의 개개의 펄스들이 보다 큰 주파수에서 인가됨을 의미한다. 이들 펄스 그룹들의 각각은 하나의 충격 파 또는 복수의 충격파들을 발생시키도록 구성될 수 있다.

[0090] 본 시스템들 및 장치들을 갖고 전달된 복수의 버스트들 또는 그룹들(204 및 208)에 의해 개시된 일련의 이벤트들(스파크들)은 수 분들에 걸쳐 인가될 필요가 있는 보다 낮은 펄스 레이트들에 대하여 치료 시간을 감소시킬 수 있는 보다 높은 펄스 레이트(PR)를 포함할 수 있다. 문신들은, 예를 들면, 넓은 영역들을 포함할 수 있으며

그러므로 빠른 세포 파괴가 달성되지 않는 한(예로서, 본 개시의 보다 높은 펄스 레이트들을 갖고) 치료하는데 시간 소모적이다. 상기 주지된 종래 기술의 시스템들과 대조적으로, 본 실시예들은 초당 10 내지 5000 이상 펄스들(예로서, 10Hz, 30Hz, 50Hz, 1000Hz, 10000Hz, 1000000Hz, 5000000Hz, 및/또는 50000000Hz 중 임의의 하나 이상, 또는 그 중 임의의 두 개 사이에서) 중 비교적 높은 펄스 레이트(216)로 충격 파들을 전달하도록 구성될 수 있다.

[0091] 도 4는 조직의 볼륨으로 프로브들(38 또는 38a) 중 어느 하나에 의해 방출될 수 있으며, 문신들의 제거를 위해 유용할 수 있는 형태인 파형을 묘사한다. 펄스(300)는 비교적 고-전압 펄스들에서 본 EH 스파크 헤드들에 의해 발생된 임펄스에 대해 전형적인 형태이다. 예를 들면, 펄스(300)는 빠른 상승 시간, 짧은 지속 기간, 및 링 다운 기간을 가진다. 수직 축(V_a)의 단위들은 오실로스코프 상에 디스플레이될 수 있는 바와 같이 임의적이다. 실제 음향 펄스 진폭은 상기 논의된 바와 같이, 적어도 누적 에너지 전달이 효과적일 수 있기 때문에, 본 실시예들의 다양한 것들에서 50 μ Pa만큼 낮으며 수 MPa만큼 높을 수 있다. 개개의 시간 구간들(304)은 각각 100 나노초일 수 있으며, 이것은 그것들의 급격함 및 짧은 상승 및 하강 시간들 때문에, 이 기술분야에서 "충격파" 펄스들로 불리우는 짧은 펄스 길이들에 대응한다. 예를 들면, <30 나노초들의 상승 시간은 본 개시의 목적들을 위해 충격파인 것으로 고려되며, 급속은 조직(예로서, 진피)에서의 작은, 세포-규모 구조들에 걸쳐 비교적 큰 압력-시간 압력 경사도를 생성하는데 특히 효과적이다. 실제로 미립자 안료들인 문신 "잉크들"을 포함한 진피 구조들의 급속한 압축 및 압력 해제는 상기 설명된 바와 같이, 시간에 걸쳐 안료-함유 세포들의 피로 및 파괴를 야기하며 본 방법들의 하나의 기본적인 메커니즘인 것으로 믿어진다. 예를 들면, 이러한 충격 파들을 가진 조직의 교반은, 갇힌 미립자들의 결과적인 유리 및 몸체로의 안료 입자들의 뒤이은 보급을 갖고, 비교적 짧은 시간 기간 내에서 높은 펄스 레이트들로, 및 파열시킬 유색 세포를 생성하기 위해 충분한 에너지 레벨들로 인가될 때, 효과적인 것으로 도시되었으며, 그에 의해 문신의 모습을 감소시킨다. 문신 "잉크" 제거를 위해 요구된 피로를 생성하기 위해 치료될 영역에 다수 회 및 바람직하게는 수백 내지 수백만 회 인가될 수 있는 짧은 펄스 파형(300)을 갖는 것이 필요하다고 믿어진다.

[0092] 도 5는 본 시스템들의 몇몇 실시예들에서 또는 그것을 갖고 사용하기 위한 펄스-발생 시스템의 일 실시예(400)의 개략도를 묘사한다. 도시된 실시예에서, 회로(400)는 각각이 자기 저장 또는 유도 형 코일(404a, 404b, 404c)(예로서, 자동차 점화 시스템들에서 사용된 것들과 유사한)을 가진 복수의 전하 저장/방전 회로들을 포함한다. 예시된 바와 같이, 코일들(404a, 404b, 404c)의 각각은, 자동화 점화 시스템들의 특정한 양상들과 유사한, 각각의 코일을 통해 흐르도록 허용된 전류를 제한하기 위해 저항기들(408a, 408b, 408c)을 통해 접지될 수 있다. 저항기들(408a, 408b, 408c)은 각각 전용 저항기들을 포함할 수 있거나, 또는 코일 자체의 길이 및 속성들은 원하는 레벨의 저항을 제공하기 위해 선택될 수 있다. 자동차 점화 시스템들에 의해 사용된 유형의 구성요소들의 사용은 비용들을 감소시키며 맞춤 구성요소들에 대해 안전을 개선할 수 있다. 도시된 실시예에서, 회로(400)는 스파크 헤드(22b)가 둘 대신 3개의 스파크 갭들(412a, 412b, 412c)을 포함한다는 점을 제외하고 스파크 헤드(22a)와 유사하며, 3개의 스파크 갭들의 각각이 다수의 주변 전극들과 협력하는 공통 전극(예로서, 100a)보다는 별개의 쌍의 전극들에 의해 정의되는 스파크 헤드(22b)를 포함한다. 본 회로들은 도 2a에 도시된 바와 같이, 공통 전극(22a)을 갖고 정의된 스파크 갭들에 걸쳐 스파크들을 발생시키기 위해 스파크 헤드(22a)의 주변 전극들(100b, 100c)에 결합될 수 있다는 것이 이해되어야 한다. 도시된 실시예에서, 각각의 회로는 유사하게 기능하도록 구성된다. 예를 들면, 코일(404a)은 회로가 스위치(420a)에서 고장날 때, 코일의 자기장이 무너지며 스파크 갭(412a)에 걸쳐 커패시터(242a)의 급속한 방전을 야기하는 소위 기전력, 또는 EMF를 발생시키도록 짧은 지속 기간 동안 전류를 수집하고 저장하기 위해 구성된다.

[0093] 코일의 크기 및 유도 리액턴스, 코일 권선들의 저항, 및 다른 인자들과 같은 인자들에 의해 영향을 받을 수 있는 - 코일(404a)의 RL 또는 저항기-인덕턴스 시간 상수는 일반적으로, 자기장이 무너지고 에너지가 회로를 통해 방출되며 그것의 저항을 극복하는데 걸리는 시간에 의해 다시 제어되는 방전에 앞서, 코일의 와이어들의 저항을 극복하기 위해 걸리는 시간 및 코일의 자기장을 구축하기 위한 시간에 대응한다. 이러한 RL 시간 상수는 일반적으로 코일의 최대 충전-방전 사이클 레이트를 결정한다. 충전-방전 사이클이 너무 빠르면, 코일에서 이용 가능한 전류는 너무 낮을 수 있으며 결과적인 스파크 임펄스는 약하다. 다수의 코일들의 사용은 각각의 펄스 그룹(예로서, 도 3a에 예시된 바와 같이 204, 208)에 대해 연달아 다수의 코일들을 소성시킴으로써 이러한 제한을 극복할 수 있다. 예를 들면, 두 개의 코일들은 (조합된) 전류 및 결과적인 스파크 임펄스를 두 배가 되게 함으로써 실질적으로 충전-방전 레이트를 두 배로 만들 수 있으며, 3개(도시된 바와 같은)는 효과적으로 유효 충전-방전 레이트를 3배로 만들 수 있다. 다수의 스파크 갭들을 사용할 때, 타이밍은 스파크 임펄스들 및 결과적인 액체 기화 및 충격파들의 적절한 발생에 매우 중요할 수 있다. 이와 같이, 제어기(예로서, 마이크로제어기, 프

로세서, FPGA 등)는 스위치들(420a, 420b, 420c)의 개방의 타이밍 및 커패시터들(424a, 424b, 424c)의 결과적 방전 및 충격파들의 발생을 제어하기 위해 제어 포인트들(428a, 428b, 428c)의 각각에 결합될 수 있다.

[0094] 도 6은 라디오-주파수(RF) 동력 음향 충격파 발생 시스템의 실시예(500)의 블록도를 묘사한다. 도시된 실시예에서, 시스템(500)은 실질적인 고조파 또는 음향 에너지(예로서, 충격파들)를 생성하기 위해 트랜듀서(512)로부터 타겟 조직(508)으로 음향 경로를 제공하는 비선형 매체(504)(예로서, 음향-지연 챔버(58) 또는 상기 설명된 비선형 부재에서처럼)를 포함한다. 도시된 실시예에서, 트랜듀서(512)는 대역통과 필터 및 튜너(516), RF 전력 증폭기(520), 및 제어 스위치(524)를 통해 동력을 공급받고 제어된다. 시스템은 스위치(524)의 작동이 미리 결정된 방식으로 증폭기(520)를 구동하는 시기 적절한 RF 펄스들을 생성하기 위해 펄스 발생기(528)를 활성화하도록 구성된다. 예를 들면, 통상적인 구동 파형은 사인파 버스트(예로서, 연달아 다수의 사인파들)를 포함할 수 있다. 예를 들면, 몇몇 실시예들에서, 통상적인 버스트는 10 밀리초의 버스트 길이를 가지며 0.1(100MHz의 주파수) 내지 2 마이크로초(50kHz의 주파수) 이상의 기간 지속 기간을 가진 사인파들을 포함할 수 있다.

[0095] 본 방법들의 실시예들은 타겟 세포들(예로서, 조직(74))을 포함한 환자의 영역에 인접한 본 장치들(예로서, 10, 38, 38a, 500)의 실시예를 배치하는 단계; 및 충격파들을 타겟 세포들로 전파시키기 위해 스파크 발생(예로서, 용량성/유도성 코일) 시스템(예로서, 26, 400)을 활성화시키는 단계를 포함한다. 몇몇 실시예들에서, 영역은 장치를 배치하는 동안 및/또는 충격파들이 발생되고 영역으로 전달되는 동안 윈도우(예로서, 82, 82a)를 통해 보여진다. 몇몇 실시예들은 펄스-발생 시스템을 활성화시키기 전에 장치의 하우징에 착탈 가능한 스파크 헤드 또는 모듈(예로서, 22a, 22b)을 결합하는 것을 추가로 포함한다.

[0096] 피내 액포들을 제거하기 위한 본 방법들의 다른 실시예들은 피부가 레이저들로 처리될 때 형성된다. 이러한 방법들은 피내 액포들이 형성되게 하는 조직의 섹션을 레이저로 치료하는 단계, 음향파 발생기로 조직을 포함한 액포를 치료하는 단계로서, 상기 음향파 발생기는 피내 액포들을 분해하고 분산시키기 위해 주파수, 펄스 레이트, 및 강도로 피부에 고속 펄싱 음향파들을 인가하는, 상기 액포 치료 단계를 포함할 수 있다. 피내 액포들의 진피 클리어링을 위한 설명된 시스템 및 방법의 이들 실시예들은 주변 조직으로 액포들의 분쇄 및 흡수를 유도하기 위해 음향-기계 효과를 이용한다. 방법의 일 실시예는 다음의 단계들 중 하나 이상을 포함할 수 있다: 액포들을 포함한 조직에 음향파 발생기를 결합시키는 단계; 및 상기 음향파 발생기로부터의 펄싱 음향파들을 액포 포함 조직으로 향하게 하는 단계. 펄싱 음향파들을 액포들을 포함한 조직으로 향하게 하는 것은 액포들에 대한 음향-기계 효과를 개시하여, 액포들의 분쇄 및 주변 조직으로의 액포 내용물들의 흡수를 야기한다. 이러한 액포 분쇄 및 흡수는 진피 클리어링을 야기한다.

[0097] 본 방법들 및 시스템들의 몇몇 실시예들에서, 음향파 발생기는 초음파 발생기 또는 충격파 발생기를 포함할 수 있다. 몇몇 실시예들에서, 음향파 발생기는 750KHz, 800KHz, 850KHz, 900KHz, 950KHz, 1MHz, 2MHz, 5MHz, 10MHz, 20MHz, 30MHz, 40MHz, 50MHz, 60MHz, 70MHz, 80MHz, 또는 90MHz를 포함한, 약 700KHz 내지 약 100MHz 사이의 주파수를 갖고 펄싱 음향파들을 생성하도록 구성될 수 있다.

[0098] 몇몇 실시예들에서, 음향파 발생기는 0.1 마이크로초, 0.2 마이크로초, 0.3 마이크로초, 0.4 마이크로초, 0.5 마이크로초, 0.6 마이크로초, 0.7 마이크로초, 0.8 마이크로초, 또는 0.9 마이크로초를 포함한, 약 1 나노초 내지 1 마이크로초 사이의 펄스 지속 기간을 갖고 펄싱 음향파들을 생성하도록 구성될 수 있다.

[0099] 몇몇 실시예들에서, 음향파 발생기는 50Hz, 100Hz, 200Hz, 300Hz, 400Hz, 500Hz, 600Hz, 700Hz, 800Hz, 또는 900Hz를 포함한, 약 10Hz 내지 1KHz 사이의 펄스 레이트를 갖고 펄싱 음향파들을 생성하도록 구성될 수 있다.

[0100] 몇몇 실시예들에서, 설명된 시스템의 전력은 기계 지표가 0.2, 0.3, 0.4, 0.5, 0.6, 0.7, 0.8, 0.9, 1, 1.1, 1.2, 1.3, 1.4, 1.5, 1.6, 1.7, 또는 1.8을 포함한 약 0.15 내지 1.9 사이에 있도록 설정된다. MI는 식(2)에서 도시된 바와 같이 산출된다:

$$MI = \frac{P[MPa]}{f[MHz]^{1/2}} \quad (2)$$

[0102] 여기에서 P[MPa]는 음향파 압력의 진폭이며 f[MHz]는 초음파 주파수이다. 몇몇 실시예들에서, 설명된 시스템의 전력은 피크 압력 출력이 0.8MPa 내지 20MPa 사이에 있도록 설정된다.

[0103] 실시예에서, 음향파는 고속 펄스 전기유압식(EH) 충격파 발생기 또는 메가소닉 파 발생기로부터 발생된다. 몇몇 실시예들에서, 충격파의 전기유압식 발생을 위한 개시된 시스템은: 챔버 및 충격파 출구를 정의한 하우징; 챔버

에 배치된 액체; 하나 이상의 스파크 갭들을 정의하기 위해 챔버에 배치되도록 구성된 복수의 전극들(예로서, 스파크 헤드 또는 모듈에); 및 약 10Hz 내지 약 5MHz 사이에서의 레이트로 전극들에 전압 펄스들을 인가하도록 구성된 펄스-발생 시스템을 포함한다. 일 실시예에서, 펄스 발생 시스템은 전극들로 직접 전압 펄스들을 인가하도록 구성된다.

[0104] 일 실시예에서, 메가소닉 파 발생기는 1.0 및 9.0MHz 사이에서의 주파수; 1 나노초 내지 1 마이크로초 사이에서의 펄스 지속 기간; 50Hz 내지 500Hz 사이에서의 펄스 레이트; 및 기계 지표(MI)가 0.15 내지 1.9 사이에 있도록 설정된 전력을 갖고 펄싱 음향파들을 생성하도록 구성된다.

[0105] 고속 레이저-기반 문신 제거를 위한 본 방법들의 다른 실시예들은 레이저로 문신이 있는 피부를 치료하고 그 후 음향파 발생기를 갖고 문신 부위를 치료하는 반복 단계들을 포함한다. 음향파 발생기는 피내 액포들을 분해하고 분산시키기 위한 주파수, 펄스 레이트, 및 강도로 피부에 고속 펄싱 음향파들을 인가한다. 이들 실시예들은 종래 기술의 방법들에서 가능하지 않았던, 연달아 동일한 처리 영역에 걸쳐 반복된 레이저 치료들을 허용하고 이를 가능하게 한다.

[0106] 특정한 실시예들에서, 설명된 펄싱 음향파 레이저-후 진피 클리어링 시스템 및 방법에 의해 사용된 레이저는 임의의 고출력 진피 레이저 시스템일 수 있다. 보다 구체적으로, 몇몇 실시예들에서, 레이저는 Q 스위칭(QS) 레이저 및/또는 피코-초 레이저 시스템을 사용하였다.

[0107] 다른 실시예들은 피플루오로데칼린, 글리세롤 등과 같은 국부 및 피내 진피 클리어링 에이전트들과 함께 펄싱 음향파 진피 클리어링 시스템 및 방법을 사용한다.

[0108] 실험 결과들

[0109] 실험들은 피내 액포들을 제거하도록 의도된 레이저 치료된 피부에 대한 음향파 발생기에 의해 발생된 고속 펄싱 음향파들의 효과들을 관찰하기 위해 괴팅겐 미니피그들(Göttingen Minipigs)에 대해 행해졌다. 연구는 고속 펄스 전기유압식(EH) 충격파 발생기를 사용한 레이저 치료의 결과로서 진피 액포들에 의해 야기된 "백화"의 제거를 보여주기 위해 착수되었다.

[0110] 본 개시의 특정한 실시예들에 의해 발생된 고 주파수 충격파들 및 이를 발생시키는 제어되고 예측 가능한 방식은 많은 애플리케이션들을 갖지만, 본 개시의 특정한 실시예들 및 발생된 충격파들은 특히 치료 애플리케이션들에서 유용하다. 구체적으로, 레이저 피부 치료로부터 형성된 환자의 진피 액포들을 제거할 때.

[0111] 도 7a 및 도 7b는 두 개의 상이한 프로토타입 스파크 챔버 하우징들을 묘사한다. 도 7a 및 도 7b의 실시예는 설명된 실험들에서 사용된 스파크 챔버 하우징의 제 1 실시예(600)를 묘사한다. 하우징(600)은 프로브(38a)의 헤드(46a)를 정의하는 하우징(14a)의 부분과 몇몇 점들에서 유사하다. 예를 들면, 하우징(600)은 스파크 챔버(612)를 통해 액체가 순환되도록 허용하기 위해 부속품들(604, 608)을 포함한다. 도시된 실시예에서, 하우징(600)은 전극들(624)이 스파크 갭(628)(예로서, 이하에서 설명된 실험들에서 0.127 밀리미터 또는 0.005 인치의)을 정의하기 위해 삽입될 수 있는 전극 지지대들(616 및 620)을 포함한다. 그러나, 하우징(600)은 처음에 스파크 갭으로부터 벽으로 거꾸로 이동하는 충격파들을 반사하도록 성형된 타원형 내부 표면을 갖는다. 그렇게 하는 것은, 스파크 갭에서 발생한 각각의 충격파에 대해, 먼저 타원형 내부 벽으로 전파되고 그 후 출구(640)로 다시 반사되는 2차 충격파에 앞서, 스파크 갭으로부터 출구(640)로 전파되는 제 1 또는 1차 충격파를 생성하는 이점을 갖는다.

[0112] 이 실시예에서, 지지대들(616 및 620)은 부속품들(604, 608)과 동조되지 않는다(그것에 대하여 챔버(612) 주위에서 대략 30도 회전된다). 도시된 실시예에서, 하우징(600)은 반구형을 가지며 전극들(624)은 충격파 출구(640)의 중심을 통한 중심 축(636) 및 챔버(612)의 둘레(644) 사이에서의 각도(632)가 약 57도이도록 배치된다. 다른 실시예들은 이러한 각진 스위프를 제한하며 그에 의해 보다 작은 출구를 통해 음파들 및/또는 충격파들을 향하게 하도록 구성될 수 있다. 예를 들면, 도 8은 스파크 챔버 하우징의 제 2 실시예(600a)의 단면도를 묘사한다. 하우징(600a)은, 부속품들(604a, 608a)이 지지대들(616a, 620a)에 대해 90도 회전된다는 점을 제외하고, 하우징(600)과 유사하다. 하우징(600a)은 또한 챔버(612a)가 반구형 후방 또는 근위 부분 및 절두 원추형 전방 또는 원위 부분을 포함한다는 점에서 상이하다. 이 실시예에서, 전극들(624a)은 충격파 출구(640a)의 중심을 통한 중심 축(636a) 및 챔버(612a)의 둘레(644a) 사이에서의 각도(632a)가 약 19도이도록 배치된다.

[0113] 도 9는 본 실험 절차들에서 도 7a 및 도 7b의 스파크 챔버 하우징과 함께 사용된 프로토타입 펄스-발생 시스템을 위한 전기 회로의 개략도를 묘사한다. 개략도는 이 기술분야에 알려진 심볼들을 포함하며, 상기 설명된 것과 유사한 펄스-발생 기능을 달성하도록 구성된다. 묘사된 회로는 본 충격파 헤드들(예로서, 46, 46a 등)의 실시예

들을 갖고 이완 방전 모드에서 동작할 수 있다. 도시된 바와 같이, 회로는 110V 교류(AC) 전원, 온-오프 스위치, 타이머("제어 블록"), 3kV 또는 3000V 2차 전압을 가진 승압 변압기를 포함한다. 2차 AC 전압은 전파 구성에서 한 쌍의 고 전압 정류기들에 의해 정류된다. 이들 정류기들은 각각이 병렬이 한 쌍의 저항기들(100 kΩ 및 25 kΩ)에 의해 보호되는 한 쌍의 반대로 편광된 25 mF 커패시터들을 충전하며, 그 모두는 고 전압 에너지를 함께 일시적으로 저장한다. 충격과 챔버의 임피던스가 낮으며 전압 전하가 높을 때, 이온화 스위치들에 의해 보조되는, 방전이 시작되며, 이것은 임계 전압이 달성될 때 행해지는 큰 스파크 갭들이다. 양 및 음의 전압은 전극들 사이에서의 전위가 약 6kV 또는 6000V까지일 수 있도록 전극들의 각각으로 흐른다. 전극들 사이에서의 결과적인 스파크는 충격 파를 발생시키는, 고속으로-팽창한 가스 버블로의 액체의 일 부분의 기화를 야기한다. 스파크 동안, 커패시터들은 방전되며 변압기 및 정류기들에 의해 재충전할 준비가 된다. 이하에서 설명된 실험들에서, 방전은 약 30Hz였으며, 단지 충전 및 방전의 자연적 비율에 의해서만 조절된다 - 그러므로 용어 "이완 방전". 다른 실시예들에서, 방전 레이트는 보다 높을 수 있다(예로서, 도 5의 다중-갭 구성을 위해서와 같은, 100Hz만큼 높은).

[0114] 본 EH 충격과 발생 시스템들 및 장치들의 추가 실시예들은 도 11 내지 도 13c에서 묘사된다. 프로브(38b)는 프로브들(38 및 38a)과 몇몇 점들에서 유사하며, 차이들은 그러므로 주로 여기에서 설명된다. 이 실시예에서, 프로브(38b)는: 챔버(18b) 및 충격과 출구(20b)를 정의한 하우징(14b); 챔버(18b)에 배치된 액체(54); 하나 이상의 스파크 갭들을 정의하기 위해 챔버에 배치되도록 구성된 복수의 전극들(예로서, 스파크 헤드 또는 모듈(22d)에서)을 포함하며; 10Hz 내지 5MHz 사이의 레이트로 전극들에 전압 펄스들을 인가하도록 구성된 펄스-발생 시스템(26)에 결합되도록 구성된다.

[0115] 도시된 실시예에서, 스파크 헤드(22d)는 측벽 또는 몸체(120d) 및 스파크 갭을 정의하는 복수의 전극들(100g)을 포함한다. 이 실시예에서, 프로브(38b)는 도시된 바와 같이, 그 중 하나가 스파크 헤드(22d)에 결합되며 다른 하나가 하우징(14b)에 결합되는, 액체 커넥터들 또는 포트들(112b 및 116b)을 경유하여 챔버(18b)를 통해 액체가 순환되도록 허용하기 위해 구성된다. 이 실시예에서, 하우징(14b)은 도시된 바와 같이, 스파크 헤드(22d)를 수용하도록 구성되며, 따라서 하우징(14b) 및 하우징(120d)은 챔버(18b)를 정의하도록 협력한다(예로서, 스파크 헤드(22d) 및 하우징(14b)은 챔버를 정의하기 위해 협력하는 상호 보완적 포물선 표면들을 포함하도록). 이 실시예에서, 하우징(14b) 및 스파크 헤드(22d)는 챔버(18b)를 정의하기 위해 협력하는 그것들 각각의 표면들을 커버하는 음향적으로-반사성 라이너들(700, 704)을 포함한다. 이 실시예에서, 스파크 헤드(22d)의 하우징(120d)은 액체 커넥터(112b) 및 챔버(18b) 사이에서 연장되고 순환하는 물이 스파크 갭에 매우 근접하여 및/또는 그것을 통해 흐르도록 전극들(100g) 사이에서 스파크 갭과 동조된 채널(188b)을 포함한다(예로서, 스파크 헤드(22d)의 중심 세로 축을 따라). 도시된 실시예에서, 하우징(14b)은 연결(116b) 및 챔버(18b) 사이에서 연장된 채널(192b)을 포함한다. 이 실시예에서, 하우징(120d)은 스파크 헤드(22d) 및 하우징(14b) 사이에서의 계면을 밀봉하기 위해 탄성 개스킷 또는 O-링(140a)을 수용하도록 구성된 홈(708)을 포함하며, 하우징(14b)은 캡 부재(136b)가 링(716) 및 유지 칼라(144b)에 의해 하우징(14b)에 고정될 때 하우징(14b) 및 캡 부재(136b) 사이의 계면을 밀봉하기 위해 탄성 개스킷 또는 O-링(140b)을 수용하도록 구성된 홈(712)을 포함한다.

[0116] 도시된 실시예에서, 전극들(100g) 각각은 도시된 바와 같이, 평면 바 부분(724) 및 원통형 부분(728)이 스파크 헤드(22d)에서 대응하는 개구(732)를 통해 챔버(18b)로 연장될 수 있도록 바 부분(724)과 전기 통신하는(예로서, 그것과 통합된) 주변 원통형 부분(728)(예로서, 내구성을 위해 텅스텐을 포함한)을 포함한다. 몇몇 실시예들에서, 원통형 부분(728)의 측면들의 부분은 예를 들면, 부분(728) 및 하우징(120b) 사이의 계면을 밀봉하기 위해서와 같은, 전기적 절연성 및/또는 탄성 재료(예로서, 수축 포장)로 커버될 수 있다. 이 실시예에서, 하우징(120b)은 또한 전극들(100g)의 바 부분들(724)을 수용하도록 구성된 세로 홈들(732)을 포함한다. 도시된 실시예에서, 하우징(38g)은 또한 스파크 헤드(22d)가 하우징(38g)에 배치될 때 전극들(100g)의 원통 부분들(732)과 동조하여 배치된 고정 나사들(736)을 포함하며, 따라서 고정 나사들(736)은 전극들(100g)의 원통형 부들 사이에서 스파크 갭을 조정하기 위해 원통형 부분들(736)을 안쪽으로 누르기 위해 조여질 수 있다. 몇몇 실시예들에서, 스파크 헤드(22d)는 하우징(38b)에 영구적으로 부착되지만, 다른 실시예들에서, 스파크 헤드(22d)는 예를 들면, 개별적으로 또는 새로운 또는 교체 스파크 헤드(22d)의 부분으로서 전극들(100g)의 교체를 허용하기 위해서와 같은, 하우징(38b)으로부터 착탈 가능할 수 있다.

[0117] 도 14는 프로토타입 펄스-발생 시스템을 위한 전기 회로의 제 2 실시예의 개략도를 묘사한다. 도 14의 회로는 도 14의 회로가 이온화 스위치들 대신에 트리거된 스파크 갭들의 배열을 포함하며, 도 9의 회로에서의 대응하는 구성요소들과 상이한 속성들을 가진 상이한 구성요소들(예로서, 100 kΩ 저항기들 대신에 200 kΩ 저항기들)을 포함한다는 주요 예외를 갖고 도 9의 회로와 대체로 유사하다. 도 14의 회로에서, 블록 "1"은 1차 제어기(예로

서, 프로세서)에 대응하며 블록 "2"는 전압 타이머 제어기(예로서, 발진기)에 대응하고, 양쪽 모두는 몇몇 실시예들에서 단일 유닛에 조합될 수 있다.

[0118] 도 15는 초음파 발생기 프로브의 실시예의 단면을 묘사한다. 일 실시예에서, 전력 케이블(1507)은 금속 외부 케이싱(1501)의 근위 단부에 부착한다. 케이싱(1501)은 음향 절연체(1506), 백킹 블록(1502), 압전 결정체(1504), 및 결정체(1504)에 교번하는 전위 차를 인가하는 전극들(1503)을 포함할 수 있다. 실시예에서, 케이싱(1501)의 원위 단부는 플라스닉 "노즈"(1505)에 의해 덮혀진다.

[0119] A. 문신들

[0120] 문신들은 본질적으로 잉크 입자들의 응집체들을 포함하는 섬유아세포들, 대식 세포들 등과 같은 파고사이토싱(phagocytosing) 세포들이다. 캡처된 잉크 입자들은 세포들의 생물학적 구조들보다 밀집하기 때문에, 잉크 입자들을 포함한 문신들 또는 세포들은 그것의 구조에 있어서 탄력성에서 큰 차이를 갖는다. 충격파들을 겪을 때, 잉크 입자들을 포함한 세포들은 밀집한 입자들을 포함하지 않는 다른 세포들에 비교하여 보다 큰 기계적 변형을 겪는다. 충격파들은 특정한 탄력성 차이를 갖지 않는 온전한 섬유아세포들을 떠나면서 특정한 세포들을 파열시키도록 충분히 잉크 입자들을 가속시키기 위해 최적의 주파수 및 진폭으로 전달되도록 구성될 수 있다. 세포들로부터 방출된 것의 제거를 위한 문신들 및 생물학적 프로세스의 세부사항들이 이하에서 추가로 논의된다.

[0121] 문신 잉크들 및 염료들은 역사적으로 자연에서 발견된 물질들로부터 도출되었으며 일반적으로 유색 입자들 및 다른 불순물들의 이질적 부유물을 포함한다. 일 예는 인도 잉크이며, 이것은 물과 같은 액체에 탄소 입자들의 부유물을 포함한다. 문신들은 일반적으로 진피로 문신 잉크로 도포함으로써 생성되며, 여기에서 잉크는 일반적으로 대체로 영구적인 채로 남아있다. 이러한 기술은 문신 바늘의 상하 움직임과 조합하여 피부의 탄력성에 의해 야기된 교번하는 압력-흡입 작용에 의해 피부를 통해 안료 부유물을 도입한다. 피로 도입된 안료를 위한 물 및 다른 캐리어들은 조직들을 통해 확산되며 흡수된다. 대부분의 부분에 대해, 20% 내지 50%의 안료가 몸체로 퍼진다. 그러나, 용해되지 않는 안료 입자들의 남아있는 부분은 위치한 진피에 침전된다. 문신이 있는 피부에서, 안료 입자들은 일반적으로 세포들에 의해 식균되어, 세포들의 세포질에서(즉, 이차용 리소좀으로서 알려진 막-경계 구조에서) 안료 응집체들을 야기한다. 결과적인 안료 응집체들("입자 응집체들")은 직경이 수 마이크로미터까지 이를 수 있다. 피부가 치유되면, 안료 입자들은 세포들 내에서 피부 조직의 간질 공간에 남아있다. 문신 잉크들은 일반적으로 세포들에서 비교적 많은 양의 용해되지 않는 안료 입자들로 인한 세포 부동성으로 인해 제거를 막는다. 문신은 시간에 따라 희미해질 수 있지만, 일반적으로 문신이 있는 사람의 수명에 걸쳐 남아있을 것이다.

[0122] 문신 잉크들은 일반적으로 알루미늄(안료들의 87%), 산소(안료들의 73%), 티타늄(안료들의 67%), 및 탄소(안료들의 67%)를 포함한다. 문신 잉크 조성물들에 대한 원소들의 상대적 기여들은 상이한 화합물들 사이에서 매우 가변적이다. 적어도 하나의 연구는 표 1에 도시된 바와 같이 3개의 상업적 문신 잉크들에 대한 입자 크기를 결정하였다.

[0123] 표 1: 문신 안료 입자 크기

컬러	평균 직경	표준 편차
바이퍼 레드	341 nm	189 nm
에이전트 오렌지	228 nm	108 nm
헬로우 옐로우	287 nm	153 nm

[0125] B. 문신 제거

[0126] 종래의 문신법(장식용, 미용, 및 재건용)에서, 안료 또는 염료가 문신을 형성하기 위해 진피로 투여되었다면, 안료 또는 염료는 일반적으로, 상기 논의된 바와 같이 제자리에 영구적으로 남아있다.

[0127] 문신들의 일반적인 영구성에도 불구하고, 개개인들은 다양한 이유들로 문신들을 변경하고 제거하길 원할 수 있다. 예를 들면, 시간에 걸쳐, 마음(또는 심경)의 변화가 생길 수 있으며, 장식용 문신을 제거하거나 또는 이것의 디자인을 변경하길 원할 수 있다. 또 다른 예로서, 아이러너들, 눈썹들, 또는 입술 발색과 같은, 미용 문신을 가진 개개인은 패션이 변함에 따라 문신한 컬러 또는 영역을 변경하길 원할 수 있다. 불운하게도, 현재 문신들을 제거하기 위한 단순하고 성공적인 방식은 없다. 현재, 종래의 문신들(예로서, 안료-포함 피부)을 제거하는 방법들은 염장박피술, 저온 수술, 외과 절제, 및 CO₂-레이저를 포함할 수 있다. 이들 방법들은 감염들과 같은 잠재적인 합병증들과 연관된 침습성 시술들을 요구할 수 있다. 보다 최근에, Q-스위칭 레이저들의 사용은 문신들의 제거를 위한 폭넓은 용인을 얻었다. 펄스 지속 기간을 제한함으로써, 잉크 입자들은 일반적으로 매우 높

은 온도들에 도달하여 인접한 정상 피부에 비교적 최소 손상을 갖고 문신 잉크 안료-포함 세포들의 파괴를 야기한다. 이것은 박피술 또는 이산화탄소 레이저로의 치료와 같은, 비선택적 문신 제거 방법들 후 종종 발생하는 흉터를 상당히 감소시킨다. Q-스위치 레이저 복사에 의한 문신 제거의 메커니즘들은 여전히 취약하게 이해될 수 있다. Q-스위치 레이저는 선택적 광선열응해 및 열운동성 선택성의 메커니즘들에 의해 문신들의 보다 특정한 제거를 허용한다고 여겨진다. 구체적으로, 세포들에서 안료 입자들은 레이저 광을 흡수할 수 있어서 상기 입자들을 포함한 세포들의 열 파괴를 발생시키는 입자들의 가열을 야기한다고 여겨진다. 이들 세포들의 파괴는 그 후 정상외 흡수 프로세스들을 통해 조직으로부터 제거될 수 있는 입자들의 방출을 야기한다.

[0128] Q-스위치 레이저가 문신들의 제거를 위한 몇몇 대안들보다 양호할 수 있지만, 그것은 완벽하지 않다. 몇몇 문신들은 선택적 광선열응해를 통해 달성된 예측된 고 입자 온도들에도 불구하고 모든 레이저 치료법들에 저항적이다. 제거할 몇몇 문신들의 실패에 대해 든 이유들은 안료의 흡수 스펙트럼, 안료의 깊이, 및 몇몇 잉크들의 구조적 속성들을 포함한다. Q-스위치 루비 레이저로의 레이저 문신 치료에 이어지는 역 효과들은 조직 변화들, 흉터, 및/또는 색소 변경을 포함할 수 있다. 일과성 저색소침착 및 조직 변화들은 Q-스위치 알렉산드라이트 레이저로 치료된 환자의, 각각, 50 및 12%까지 보고되었다. 저색소침착 및 조직 변화들은 Q-스위치 Nd:YAG 레이저의 드문 역 효과들이며 저침착 변화들의 발생 정도는 일반적으로 루비 레이저보다 낮다. 국소화된 및 일반화된 알레르기 반응들의 성장은 또한 Q-스위치 루비 및 Nd:YAG 레이저들로의 문신 제거의 불가능한(드물지라도) 합병증이다. 부가적으로, 레이저 치료는 고통스러울 수 있으며, 따라서 리도카인 또는 국소 마취 크림을 가진 국소적 주입의 사용이 레이저 치료 이전에 사용된다. 최종적으로, 레이저 제거는 일반적으로 다수의 치료 세션들(예로서, 5 내지 20)을 요구하며 최대 제거를 위해 값비싼 장비를 요구할 수 있다. 통상적으로, 많은 파장들이 다색 문신들을 처리하기 위해 요구되므로, 하나의 레이저 시스템이 모든 이용 가능한 잉크들 및 잉크들의 조합을 제거하기 위해 단독으로 사용될 수 없다. 다수의 치료들을 갖고도, 레이저 치료법은 단지 문신 안료의 50 내지 70%를 제거할 수 있어서, 잔여 얼룩을 야기한다.

[0129] 종래의 레이저 문신 제거의 효과들을 조사할 때, 실험들은 흑색 문신 부위들을 제어하고 테스트하기 위한 초기 QS 레이저 치료가 치료 부위들이 레이저로 펄싱될 때 날카로운 스냅 사운드를 야기한다는 것을 보여주었다. 부가적으로, 치료되지 않은 문신 영역에 대한 각각의 레이저 펄스는 흑색 문신 부위에 즉각적인 “백화”를 야기하였다.

[0130] 이전에 문신한 대략 30Kg의 질량을 가진, 피팅겐 미니피그가 마취되었다. 흑색 문신들로 이루어진 제어 부위 및 테스트 부위는 QS 레이저(1054 파장, 5Hz, 5mm 스팟 크기, 1.1 W 출력)로 처리되었다. 레이저 치료 바로 다음에, 테스트 부위는 2분 동안 고속 펄스 전기유압식 충격과 발생기(US2014/021746에서 설명된 바와 같이)로 치료되었다. EH 충격과 발생기는 50Hz의 펄스 레이트로 2MPa 내지 3.5MPa 사이에서의 피크 압력들을 가진 평면 충격파들을 생성하였다. 고속 펄스 EH 충격과 치료에 이어져, 제어 부위 및 테스트 부위 양쪽 모두는 다시 한 번 QS 레이저로 치료되었다. 테스트 부위는 그 후 고속 펄스 EH 충격과 발생기로 다시 치료되었다. 이러한 치료 프로토콜은 제어 부위 및 테스트 부위가 QS 레이저로 총 삼(3) 회 동안 치료되도록 다시 한 번 반복되었다. 테스트 부위에서 각각의 QS 레이저 치료는 고속 펄스 EH 충격과 치료로 이어진다. 모든 치료들에 이어져, 각각의 문신은 조직학적 검사를 위해 생체 검사되었다.

[0131] 방법들

[0132] 테스트 부위에 대해, 이(2)분 동안 EH 충격과 치료를 인가하는 것은 문신 컬러의 복귀 및 “백화”의 손실을 야기하였다. 이러한 시간 기간 동안, 제어 부위의 “백화”의 관찰된 소멸은 없었다. 더욱이, 레이저 펄스의 제 2 라운드가 EH 발생기 치료된 테스트 부위에 인가되었을 때, 레이저 펄스들은 날카로운 스냅 사운드들 및 흑색 문신 부위의 즉각적이고 상당한 “백화”를 다시 한 번 야기하였다. 이미 “백화된” 제어 부위에 레이저 펄스들의 제 2 라운드를 인가하는 것은 단지 약간의 부가적인 “백화”를 가진 둔한 사운드를 야기하였다. EH 충격파들을 가진 레이저 처리의 제 3 라운드의 결과들은 첫 두 개의 라운드들과 유사하였다.

[0133] 시각적 및 청각적 조사 결과들은 음향파들이 피내 액포들을 제거할 수 있었다는 증거를 제공한다. 이것은 문신 부위에서 레이저 치료들을 반복하기 위한 능력을 제공하였다. 시각적으로, 흑색 문신 부위에서 컬러의 복귀를 갖는 진피 “백화”의 제거는 비효과적인 반복 레이저 성능을 야기하는, 진피 액포들이 제거되었음을 나타낸다.

[0134] EH 치료된 부위들에 대해, 이전에 치료된 테스트 문신 부위들로의 레이저 펄스들은 다시 한 번 날카로운 스냅 사운드의 발생을 야기하였다. 이것은 레이저 광이 흑색 문신 안료에 다시 한 번 도달할 수 있어서 과열된 안료로부터의 미세-폭발에 의해 야기된 스냅 사운드를 야기한다는 것을 나타낸다. 반대로, 이전에 치료된 제어 문신 부위들로의 레이저 펄스들은 단지 둔한 사운드들만을 야기하였다. 이것은 레이저 광이 진피 액포들에 의한 광

산란에서 비롯된 레이저 감쇠로 인해 흑색 문신 안료에 도달하기 위한 그것의 능력에서 제한되었으며, 그에 의해 원하는 안료 미세-폭발들을 야기하기 위한 레이저의 능력을 제한한다는 것을 나타낸다.

[0135] 표피 및/또는 피내 액포들을 생성하는 레이저 피부 치료들의 예들은 레이저 문신 제거, 레이저 피부 박피, 모반들의 레이저 제거, 피부 병변들의 레이저 제거, 레이저 모발 이식들, 레이저 흉터 제거, 레이저 보조 모발 감소, 혈관 병변들의 레이저 제거, 레이저 림 라이트닝, 또는 기미의 레이저 치료를 포함한다. 이것들은 단지 레이저 피부 치료에 의해 야기된 액포들의 파열 또는 파괴에 의해 보완되거나 또는 보조될 수 있는 비-제한적인 대표적인 치료이다. 몇몇 실시예들에서, 레이저 피부 치료에 의해 야기된 액포들의 파괴 또는 분산은 상기 논의된 바와 같이, 고 주파수 충격 파들의 전파를 수반하는 비전형적 프로세스들에 부수적인 특정 세포들의 비-열 세포 막 열화에 의해 야기될 수 있다.

[0136] 본 방법들의 몇몇 일반적인 실시예들은: 적어도 하나의 진피 액포가 파열되거나 또는 분산될 때까지 적어도 하나의 이질성 영역을 포함한 적어도 하나의 진피 액포에 복수의 발생된(예로서, 본 장치들 중 하나 이상을 통해) 충격 파들을 전달하는 단계를 포함한다. 몇몇 실시예들에서, 충격 파들은 24-시간 기간 내에 단지 30분 동안 전달되었다. 몇몇 실시예들에서, 200 내지 5000 충격파들 사이에서 충격파의 출구의 복수의 위치들의 각각에서 30초 내지 20분 사이에서 전달된다.

[0137] 도 16은 단일 레이저 치료를 가진 청색 문신 안료를 포함한 피부의 조직학적 이미지를 제공한다. 이미지로부터 보여질 수 있는 바와 같이, 표피-진피 경계에 및 문신 안료 입자 응집체들(1601)에 인접하여 상당한 액포 형성(1602)이 있다.

[0138] 도 17 및 도 18은 연구의 완료 후 각각 제어 부위 및 테스트 부위로부터 취해진 생체 검사들에 대한 조직학적 이미지들을 제공한다. 도 17은 단지 레이저 치료로 3회 치료된 제어 흑색 문신 부위를 묘사한다. 도 17로부터 보여질 수 있는 바와 같이, 제어 부위는 표피-진피 경계에서 및 흑색 문신 안료 클러스터들 주위에서 상당한 양의 미세기포들을 가졌다. 현재의 이해 하에, 표피-진피 경계(1701)에서의 액포들은 레이저 치료 다음에 보여지는 “백화”의, 시각적으로, 주요 소스이다. 그러나, 보다 중요하게도, 진피 내에서 안료 입자들(1702) 주위에 있는 액포들은 반복된 레이저 치료들로 레이저 비효율성의 있음직한 또 다른 소스이다.

[0139] 도 18은 수반되는 고속 펄스 충격파 치료를 가진 레이저 치료로 3회 치료된 테스트 흑색 문신 부위를 묘사한다. 도 18은 흑색 안료 입자들이 레이저에 의해 성공적으로 치료되었음을 나타내는 표백된 안료(1801)의 중요한 증거가 있음을 보여준다. 부가적으로, 도 18은 도 17에서의 제어 부위로부터의 대응하는 조직에 비교될 때 최소 액포들(1802)을 포함하는 조직의 일 부분을 묘사한다. 이것은 레이저 치료된 문신 부위로부터의 “백화”가 최소화될 수 있어서 단일-세션에서 문신 부위의 반복된 치료를 허용한다는 확실한 증거를 제공한다.

[0140] 도 10은 충격파들을 타겟 조직으로 향하게 하기 위해 장치(10)를 사용하는 방법(700)의 일 실시예를 예시한다. 도시된 실시예에서, 방법(700)은 환자의 조직(712)의 타겟 세포들(708)이 치료를 위해 식별되는 단계(704)를 포함한다. 예를 들면, 조직(712)은 피부 조직을 포함할 수 있으며, 타겟 세포들(708)은 피부 조직 내에 또는 그 가까이에 문신 안료 및/또는 액포들을 포함한 세포들을 포함할 수 있다. 도시된 실시예에서, 방법(700)은 또한 프로브 또는 핸드피스(38)가 조직(712)에 인접하여 배치되는 단계(716)를 포함하며, 따라서 프로브(38)에서 비롯된 충격파들은 타겟 세포들(708)로 향해질 수 있다. 도시된 실시예에서, 방법(700)은 또한 펄스-발생 시스템(26)이 프로브(38)에 결합되는 단계(720)를 포함한다. 도시된 실시예에서, 방법(700)은 또한 펄스-발생 시스템(26)이 도시된 바와 같이, 타겟 세포들(708)로의 전달을 위해 프로브(38)에서 충격파들을 발생시키도록 프로브(38) 내에서 전극들에 걸쳐 스파크들을 발생시키기 위해 활성화되는 단계(724)를 포함한다. 도시된 실시예에서, 방법(700)은 또한 펄스-발생 시스템(26)이 프로브(38)로부터 결합 해제되며, 프로브(38)가 조직(712)으로부터 제거되거나 또는 그것에 대해 이동되는 선택적 단계(728)를 포함한다. 도시된 실시예에서, 타겟 세포들(708)은 그것들의 파괴를 나타내는, 단계(728)로부터 생략된다. 본 방법들의 다른 실시예들은 도 10에 예시된 단계들 중 일부 또는 모두를 포함할 수 있다.

[0141] C. 피내 액포들 상에서 음향파들의 사용

[0142] 음향파들은 의료 이미징 및 약물 전달을 위해 사용된 대조 미세기포들의 파괴를 위해 이전에 사용되어 왔다 (PHYSICS OF FLUID 17, 100603 (2005), Chatterjee D 외의, 의료 이미징 및 약물 전달을 위해 사용된 대비 미세기포들의 초음파-약물처리 파괴에서 도시된 바와 같이). 이들 기포들의 파괴는 통상적으로 몸체로의 가스의 확산을 허용하는 캡슐화한 막을 파열시킨 결과이다.

[0143] 이들 대비 미세기포들, 뿐만 아니라 종래 기술에서의 다른 것들은, 통상적으로 직경이 2 마이크로미터 미만이며

표면-활성 재료들의 안정화 층에서 액체 또는 가스를 캡슐화함으로써 형성된다. 종래 기술에서 개시된 바와 같이, 보다 큰 표면-대-볼륨 양을 가진 보다 작은 기포들은 보다 큰 확산 때문에 덜 안정적인 것처럼 보인다. 대비 미세기포들의 작은 크기들에도 불구하고, 기포들의 상당한 파괴는 사용된 음향 압력들에 의존하여 4 내지 10 분 걸린다.

[0144] 도 19에 도시된 바와 같이, 레이저 치료된 피부에 의해 야기된 피내 액포들은 <2 마이크로미터 내지 >100 마이크로미터로 크기가 변한다. 이들 피내 액포들은 종래 기술에서 발견된 대비 미세기포들처럼 캡슐화되지 않는다. 20분 후 소멸되기 시작하는 표면 진피 액포들과 달리, 이들 깊은 진피 액포들은 비교적 안정적이다. 레이저 치료 후 두(2) 시간으로부터의 조직학적 분석은 문신 안료 입자 응집체들 주위에 존재하는 상당한 수의 깊은 액포들을 나타낸다. 사십팔(48) 시간 후에도, 이들 깊은 액포들은 여전히 존재하여, 기포들과 달리, 액포들이 비교적 안정됨을 나타낸다. 그러나, 이때까지 그것들은 유체 또는 피브린 재료로 채워졌다. 이것은 액포들이 종래 기술에서 보여진 것과 유사한 기포들이 아니라는 증거를 제공한다.

[0145] 깊은 진피 액포들의 크기를 고려해볼 때, 예상되지 않은 결과들이, 펄싱 음향파들이 그것들의 높은 안정성에도 불구하고, 이들 액포들을 빨리 제거하기 위해 성공적으로 사용되었을 때 달성되었다.

[0146] D. 부가적인 병들 및 상태들을 치료하는 방법

[0147] 문신 제거 외에, 본 방법들의 실시예들은 이전에 논의된 표피 및 피내 액포들을 야기하는 다양한 레이저-기반 피부 치료들을 보완하고 및/또는 보조하기 위해 고-주파수 충격파들의 인가를 포함할 수 있다. 본 시스템들 및 방법들의 몇몇 실시예들은 표면 및 깊은 액포들의 즉각적인 형성을 야기하는 임의의 레이저 기술을 보조하기 위해 사용될 수 있다. 문신들의 제거와 마찬가지로, 표피 및 피내 액포들의 형성은 액포들에 의한 뒤이은 레이저 펄스들의 가림 또는 차단으로 인해 반복적인 유효 레이저 처리의 능력을 제한한다. 그 결과, 반복적인 레이저 치료들은 보통 긴 지속 기간 휴식 기간 없이 관리될 수 없다.

[0148] 예를 들면, 본 시스템들 및 방법들의 실시예들로부터 이익을 얻을 이러한 부가적인 레이저-기반 치료들은: 레이저 피부 박피, 모반들의 레이저 제거, 피부 병변들의 레이저 제거, 레이저 모발 이식들, 레이저 흉터 제거, 레이저-보조 모발 감소, 혈관 병변들의 레이저 제거, 레이저 림 라이트닝, 또는 기미의 레이저 치료를 포함할 수 있다.

[0149] 본 방법 또는 시스템이 구현될 수 있는 몇몇 실시예들은 환자 상에서 유색 표피 및/또는 진피 병변들을 치료하기 위해 레이저들을 사용하는 시스템들 또는 방법을 포함한다. 이러한 치료는 532nm(주파수 이중 Nd:YAG) 레이저 또는 1064nm 레이저의 사용을 포함할 수 있으며 검버섯, 밀크 커피 반점들, 주근깨들, 및/또는 진피 유색 병변들의 치료를 포함할 수 있다.

[0150] 다른 실시예들에서, 본 방법 및 시스템들은 주름들 및 여드름 흉터들을 위한 중간 깊이 비절개식 피부 박피 및/또는 비절개식 피부 박피를 포함한 레이저 피부 박피 동안 사용될 수 있다. 이러한 실시예는 주파수 이중 532nm Q 스위칭 레이저 또는 Q-스위칭 Nd:YAG 1064nm 레이저를 사용할 수 있다.

[0151] 부가적인 실시예들은 기미의 레이저 치료에서 본 방법 및 시스템을 구현하는 것을 포함한다. 이러한 실시예는 694nm Q-스위칭 루비 레이저, 755nm Q-스위칭 알렉산드라이트 레이저, 532nm 주파수 이중 Q-스위칭 Nd:YAG 레이저, 및/또는 1064nm Q-스위칭 Nd:YAG 레이저의 사용을 포함할 수 있다. 부가적인 실시예들은 Q-스위칭 레이저를 사용한 레이저-보조 모발 감소, Hoya ConBio로부터의 Medlite™ 레이저를 사용한 혈관 병변들의 레이저 치료, 또는 Q-스위칭 532nm 레이저를 사용한 레이저 림 라이트닝에서 본 방법 및 시스템을 구현하는 것을 포함한다.

[0152] 상기 명세서 및 예들은 대표적인 실시예들의 구조 및 사용의 설명을 제공한다. 특정한 실시예들이 특정한 정도의 특이성을 갖고, 또는 하나 이상의 개개의 실시예들을 참조하여 설명되었지만, 이 기술분야의 숙련자들은 본 발명의 범위로부터 벗어나지 않고 개시된 실시예들에 대한 다수의 변경들을 할 수 있다. 이와 같이, 본 디바이스들의 다양한 예시적인 실시예들은 개시된 특정한 형태들에 제한되도록 의도되지 않는다. 오히려, 그것들은 청구항들의 범위 내에 있는 모든 수정들 및 대안들을 포함하며, 도시된 것이 아닌 다른 실시예들은 묘사된 실시예의 특징들 중 일부 또는 모두를 포함할 수 있다. 예를 들면, 구성요소들은 일원화된 구조로서 조합될 수 있다. 뿐만 아니라, 적절한 경우, 상기 설명된 예들 중 임의의 것의 양상들은 비교 가능한 또는 상이한 속성을 가지며 동일한 또는 상이한 문제들을 다루는 추가 예들을 형성하기 위해 설명된 다른 예들 중 임의의 것의 양상들과 조합될 수 있다. 유사하게, 상기 설명된 이득들 및 이점들은 하나의 실시예에 관련될 수 있거나 또는 여러 개의 실시예들에 관련될 수 있다는 것이 이해될 것이다.

[0153] 청구항들은, 이러한 제한이 각각, 구절들("를 위한 수단들" 또는 "를 위한 단계")을 사용하여 주어진 청구항에

서 명시적으로 나열되지 않는다면, 수단-플러스- 또는 수단-플러스-기능 제한들을 포함하도록 의도되지 않으며, 그것을 의미하도록 해석되지 않아야 한다.

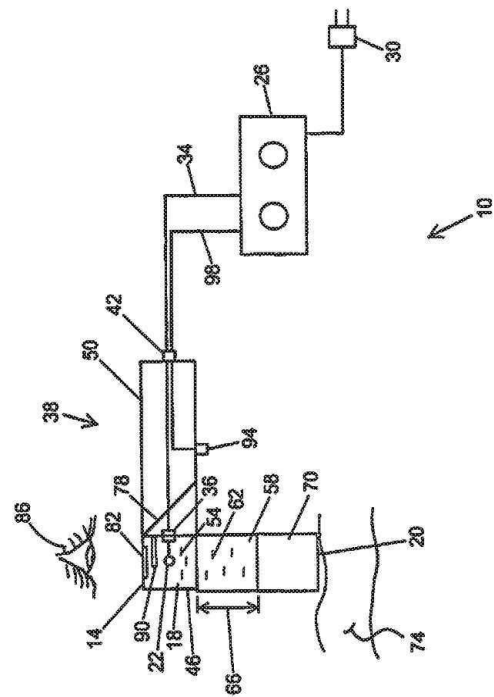
부호의 설명

[0154]

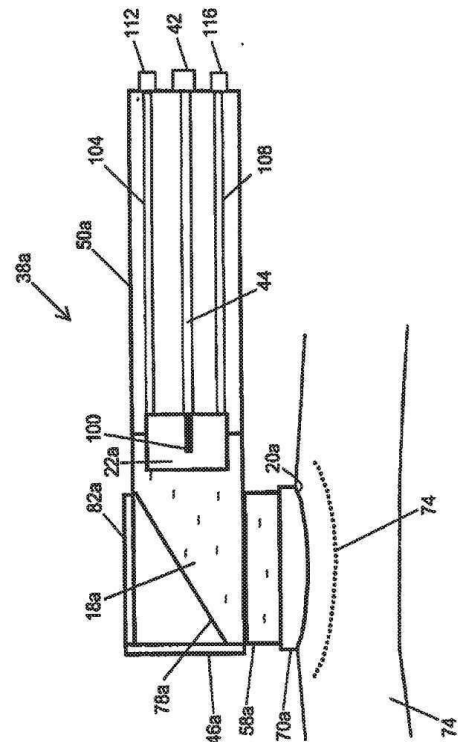
10: 장치	14: 하우징
18: 챔버	20: 충격파 출구
22: 스파크 헤드 또는 모듈	26: 펄스-발생 시스템
30: 플러그	34: 고-전압 케이블
38: 프로브	42: 고-전압 커넥터
44: 전기 도체	46: 헤드
50: 핸들	58: 음향 지연 챔버
78: 음향 미러	82: 윈도우
90: 광학 실드	94: 트리거
100: 전극	104, 108: 도관
112, 116: 커넥터	120: 측벽
132: 컵-형 부재	136: 캡 부재
140: 개스킷	144: 유지 칼라
148, 152: 바요넷-스타일 핀	156: 전극 코어
164: 애퍼처	168: 그로밋
172: 부재	176: 힌지
188, 192: 포트	400: 회로
404a, 404b, 404c: 코일	408a, 408b, 408c: 저항기
412a, 412b, 412c: 스파크 갭	420a, 420b, 420c: 스위치
424a, 424b, 424c: 커패시터	428a, 428b, 428c: 제어 포인트
500: 시스템	504: 비선형 매체
512: 트랜듀서	516: 대역통과 필터 및 튜너
520: RF 전력 증폭기	524: 제어 스위치
528: 펄스 발생기	600: 하우징
612: 스파크 챔버	616, 620: 전극 지지대
624: 전극	628: 스파크 갭
640: 출구	1501: 금속 외부 케이싱
1502: 백킹 블록	1503: 전극
1504: 압전 결정체	1507: 전력 케이블

도면

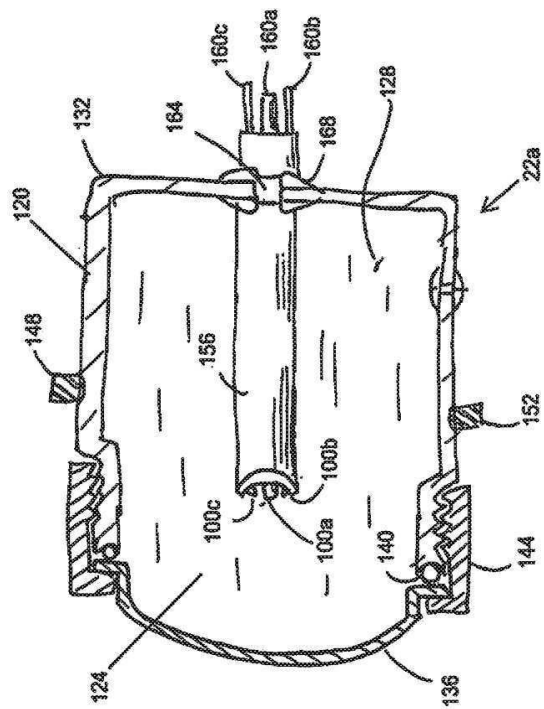
도면1



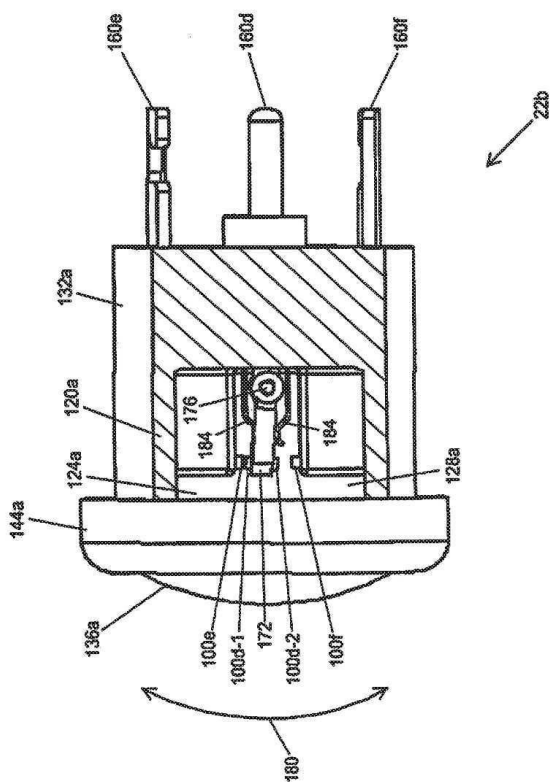
도면2



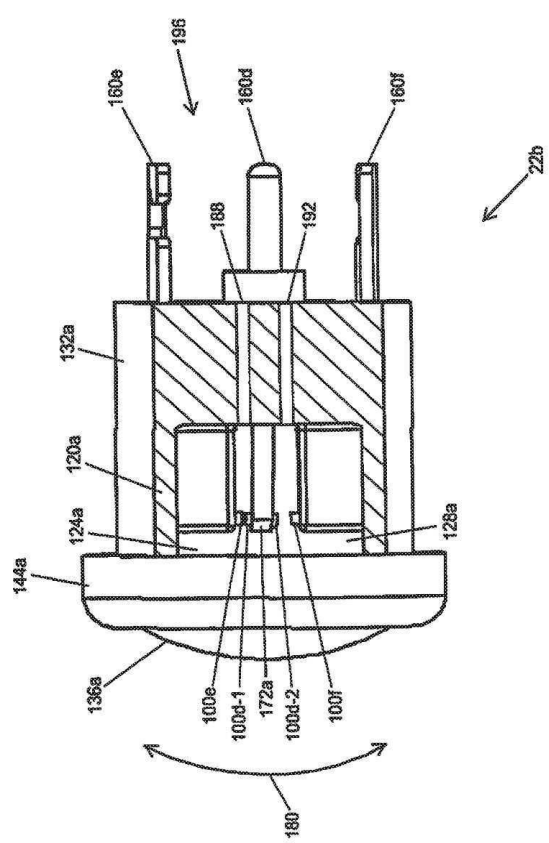
도면2a



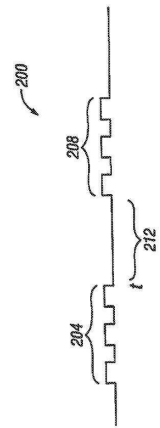
도면2b



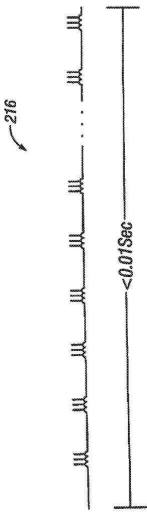
도면2c



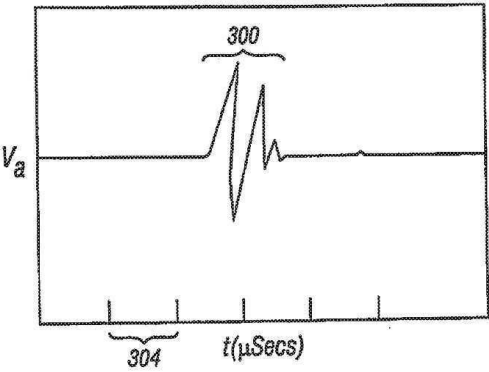
도면3a



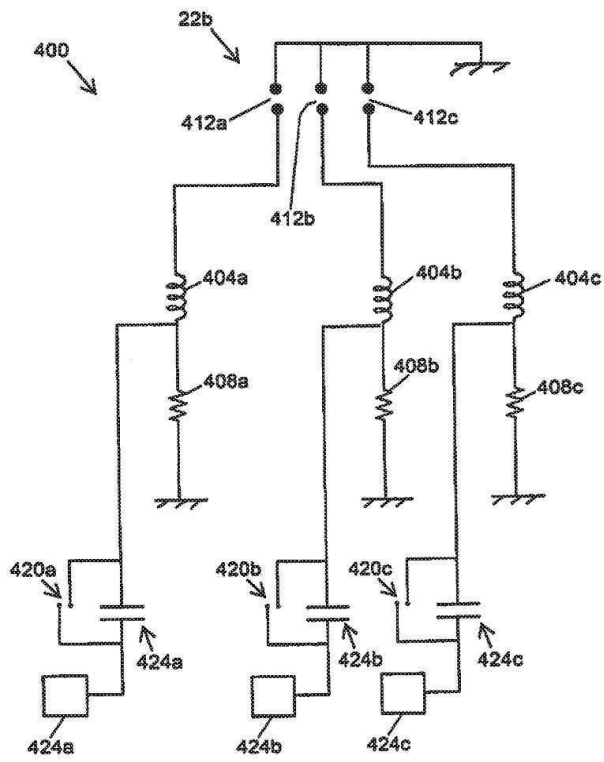
도면3b



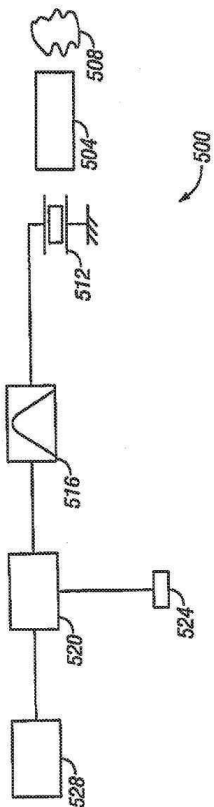
도면4



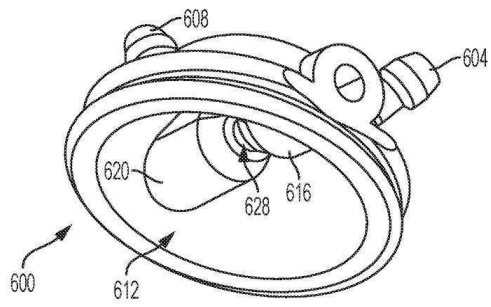
도면5



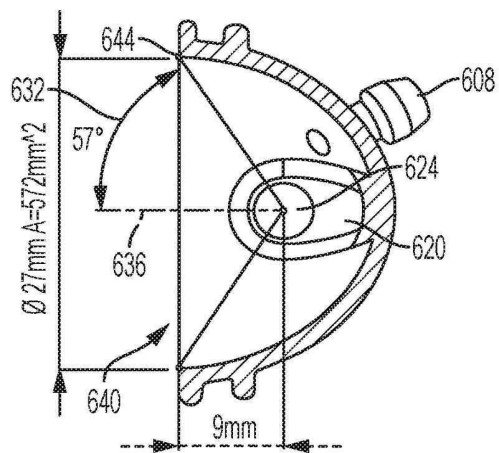
도면6



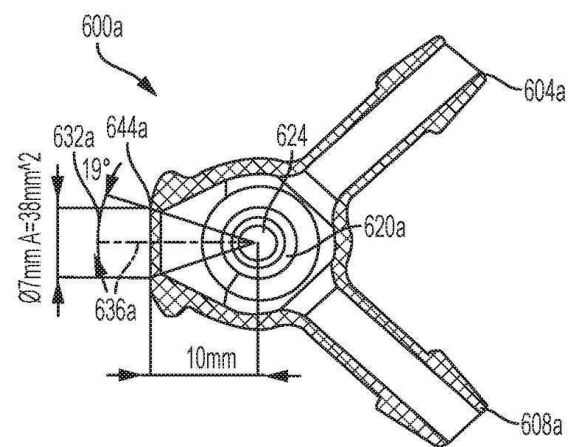
도면7a



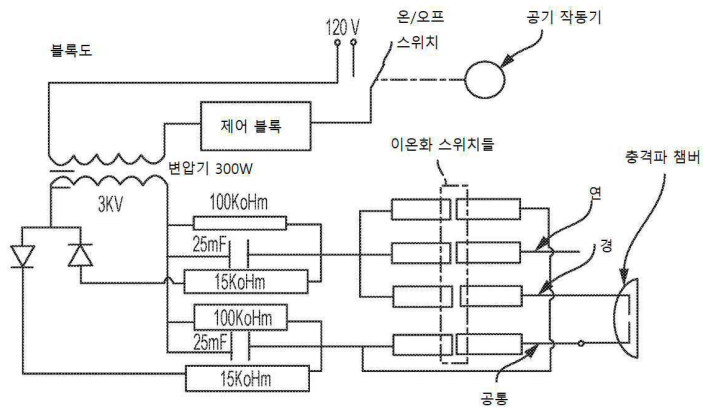
도면7b



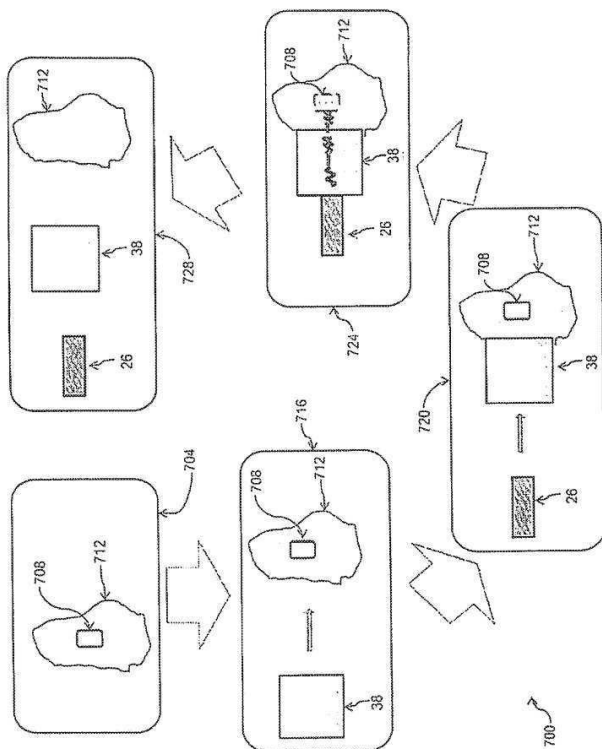
도면8



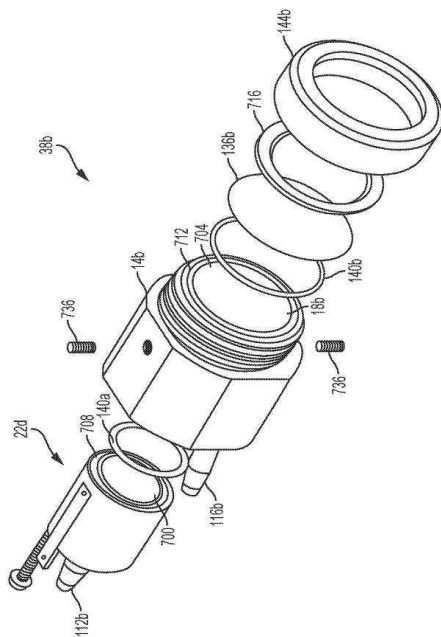
도면9



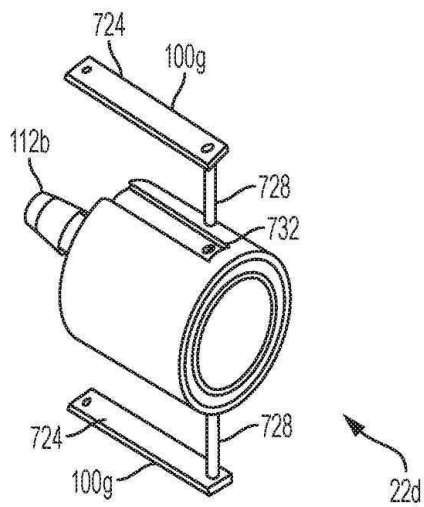
도면10



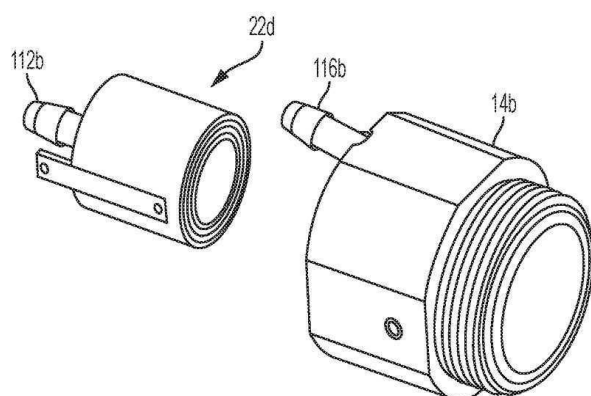
도면11



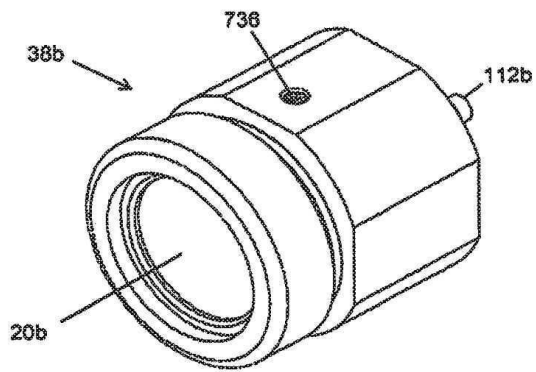
도면 12a



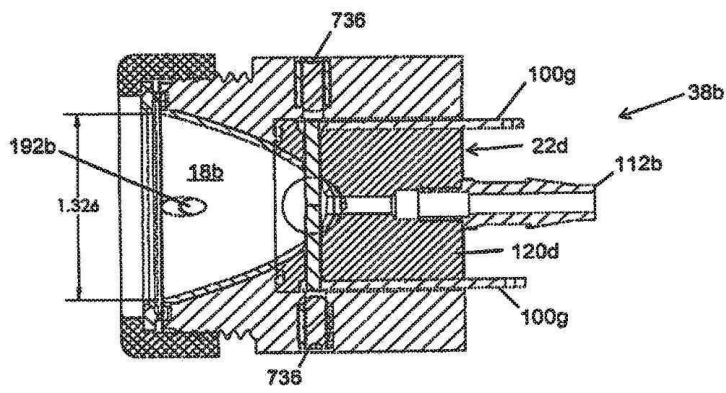
도면 12b



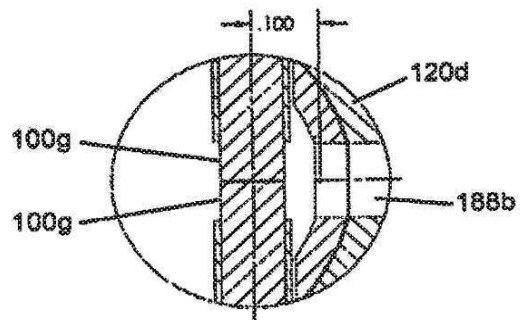
도면13a



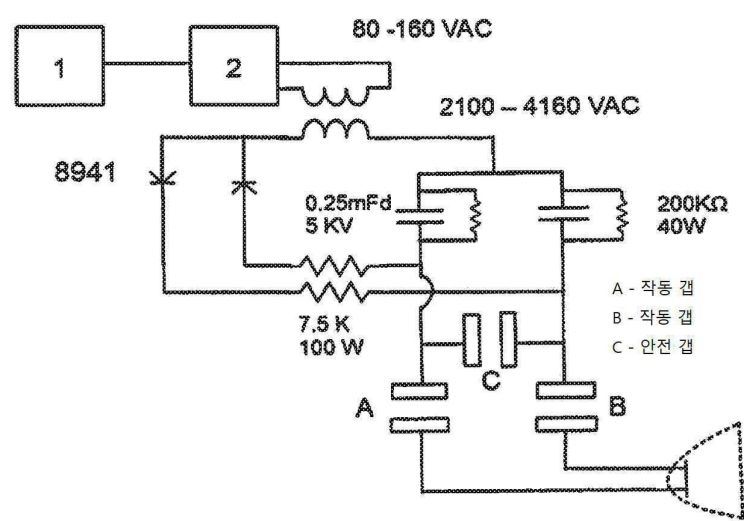
도면13b



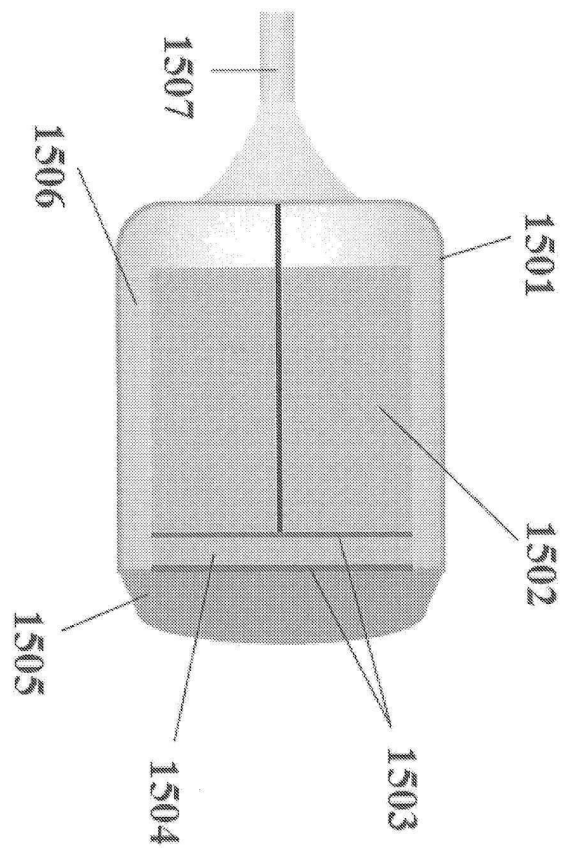
도면13c



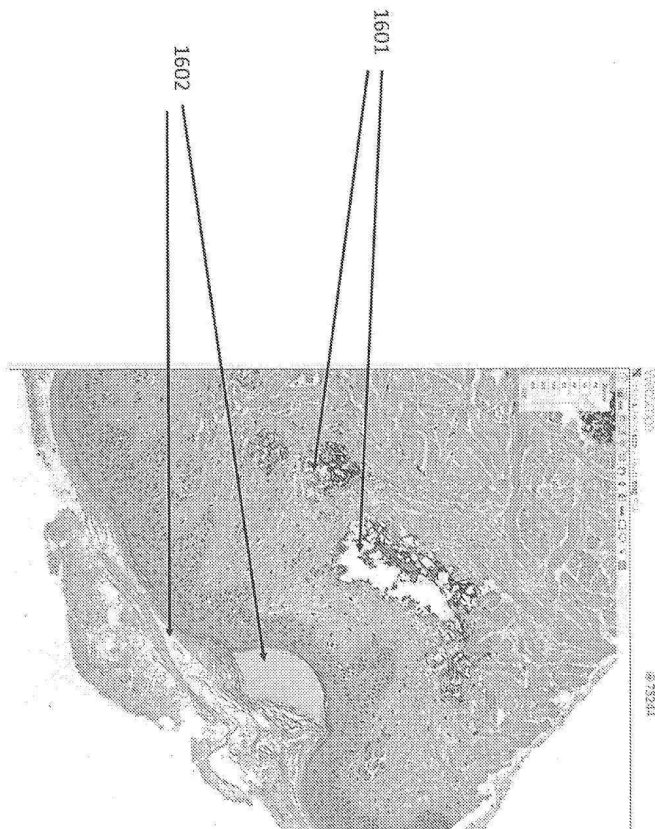
도면14



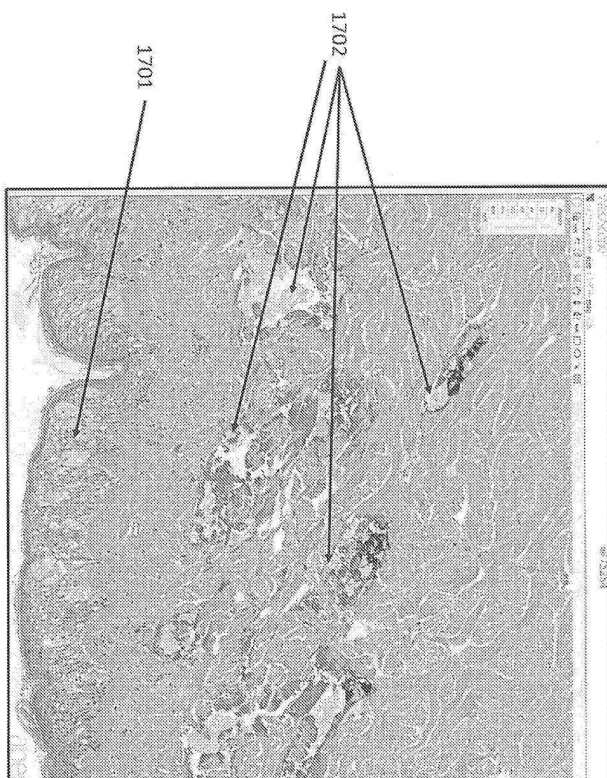
도면15



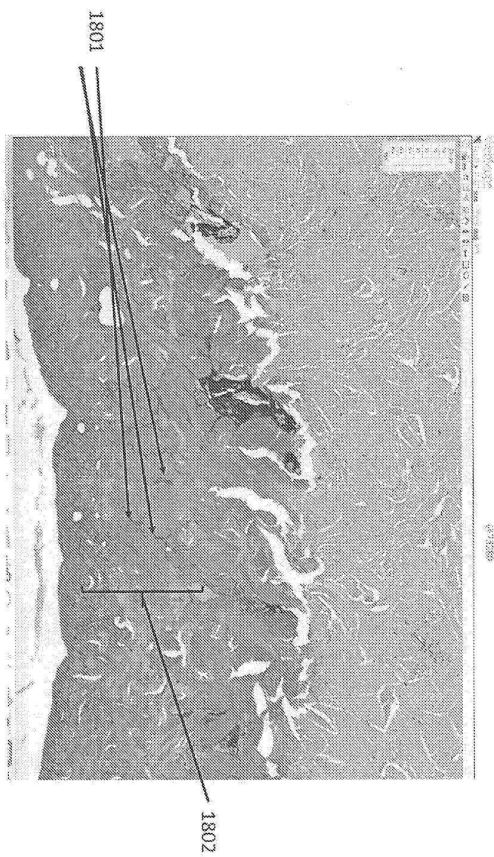
도면16



도면17



도면18



도면19

