(19) 대한민국특허청(KR)
(12) 등록특허공보(B1)

(45) 공고일자 2022년01월04일
(11) 등록번호 10-2347302
(24) 등록일자 2021년12월31일

(51) 국제특허분류(Int. Cl.)
A61B 90/30 (2016.01) *A61B 17/34* (2006.01)
A61M 1/00 (2006.01)
(52) CPC특허분류
A61B 90/30 (2020.05)
A61B 17/34 (2013.01)
(21) 출원번호 10-2021-7005982(분할)
(22) 출원일자(국제) 2013년12월12일
심사청구일자 2021년02월26일
(85) 번역문제출일자 2021년02월26일
(65) 공개번호 10-2021-0027509
(43) 공개일자 2021년03월10일
(62) 원출원 특허 10-2015-7018419
원출원일자(국제) 2013년12월12일
심사청구일자 2018년12월07일
(86) 국제출원번호 PCT/US2013/074748
(87) 국제공개번호 WO 2014/093664
국제공개일자 2014년06월19일
(30) 우선권주장
13/712,029 2012년12월12일 미국(US)
(56) 선행기술조사문헌
US20110112376 A1*
US20120184946 A1*
WO2012083247 A1*
*는 심사관에 의하여 인용된 문헌

(73) 특허권자
인뷰이티 인코퍼레이티드
미국 캘리포니아 94107 샌프란시스코 데 하로 스트리트 444
(72) 발명자
바이서 알렉스
미국 캘리포니아 92692 미션 비에조 로즈브라이어 22411
에리스만 페르난도
미국 뉴욕 11377 우드사이드 에이피티. 4이 46 스트리트 4845
(뒷면에 계속)
(74) 대리인
한양특허법인

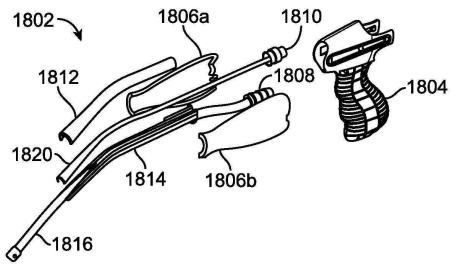
전체 청구항 수 : 총 15 항 심사관 : 이재균

(54) 발명의 명칭 **조명 장착된 흡입 장치**

(57) 요 약

고성능 비광섬유 광 도파관과 흡입을 결합한 휴대용 수술 장치를 포함하는 조명 장착된 흡입 장치가 개시된다. 이 장치는 개복 수술 및 미소절개 수술을 포함하는 광범위한 수술 과정에서 유용하다. 조명 장착된 흡입 장치는 중앙 부에 의해 연결되어 있는 근단부 및 말단부를 가진 금속 또는 비금속 흡입 튜브를 포함한다. 흡입 튜브의 근단부에는 진공 소스와의 연결을 위한 피팅이 제공되어 있다.

대 표 도 - 도18b



(52) CPC특허분류
A61M 1/76 (2021.05)
A61M 1/84 (2021.05)
A61M 2205/587 (2013.01)
(72) 발명자
리머 더글라스
미국 캘리포니아 94022 로스 알토스 힐즈 디어필드 드라이브 25620
자가트스키 블라디미르
미국 캘리포니아 94121 샌프란시스코 17 애버뉴 769

명 세 서

청구범위

청구항 1

조명 장착된 흡입 장치로서,

근단부 및 말단부를 갖는 흡입 튜브로서, 상기 근단부는 진공 소스에 유체 연결되도록 구성되어 있고 상기 말단부는 수술 부위로부터 유체 또는 찌꺼기를 제거하도록 구성되어 있는, 상기 흡입 튜브;

상기 흡입 튜브에 연결되는 비광섬유 도파관으로서, 상기 비광섬유 도파관은 수술 부위에 광을 전달하도록 구성되어 있는, 상기 비광섬유 도파관;

상기 비광섬유 도파관 또는 상기 흡입 튜브 중 적어도 하나 위에 배치된 외부 클래딩; 및

상기 흡입 튜브의 말단 가장자리를 지나 멀리 뻗은 전극 팁으로서, 상기 흡입 튜브는 도전성이고 상기 전극 팁에 전기를 통하게 하도록 구성되어 있는, 상기 전극 팁을 포함하는 조명 장착된 흡입 장치.

청구항 2

청구항 1에 있어서,

상기 전극 팁은 상기 흡입 튜브보다 좁은, 조명 장착된 흡입 장치.

청구항 3

청구항 1에 있어서,

상기 전극 팁은 상기 흡입 튜브의 상기 말단 가장자리에 용접되는, 조명 장착된 흡입 장치.

청구항 4

청구항 1에 있어서,

상기 비광섬유 도파관은 상기 비광섬유 도파관으로부터 상기 수술 부위로 전달되는 상기 광의 출력 프로파일을 제어하기 위한 복수의 마이크로 구조를 포함하는, 조명 장착된 흡입 장치.

청구항 5

청구항 1에 있어서,

상기 비광섬유 도파관의 말단부는 거기에 일체로 형성된 렌즈들의 어레이를 포함하며, 상기 렌즈들의 어레이는 상기 수술 부위 상에 복수의 광 스폿을 형성하도록 구성되어 있는, 조명 장착된 흡입 장치.

청구항 6

청구항 1에 있어서,

상기 비광섬유 도파관은 상기 흡입 튜브에 대해 미끄러짐 가능하게 움직일 수 있으며, 상기 흡입 튜브의 상기 근단부로의 상기 비광섬유 도파관의 이동은 스폿 크기를 증가시키고 또한 상기 비광섬유 도파관으로부터 전달되는 상기 광의 산란성을 증가시키며, 상기 흡입 튜브의 상기 말단부로의 상기 비광섬유 도파관의 이동은 상기 스폿 크기를 감소시키고 또한 상기 비광섬유 도파관으로부터 전달되는 상기 광의 밝기를 증가시키는, 조명 장착된 흡입 장치.

청구항 7

청구항 1에 있어서,

상기 흡입 튜브는 가단성이며 원하는 형상으로 구부러지도록 구성되어 있는, 조명 장착된 흡입 장치.

청구항 8

청구항 1에 있어서,

상기 비광섬유 도파관은 상기 흡입 튜브를 수용하기 위한 오목한 영역을 포함하는, 조명 장착된 흡입 장치.

청구항 9

청구항 1에 있어서,

상기 비광섬유 도파관과 광학적으로 연결되는 광원을 더 포함하는, 조명 장착된 흡입 장치.

청구항 10

청구항 1에 있어서,

상기 흡입 튜브에 유체 연결되는 흡입 구멍을 더 포함하며, 상기 흡입 구멍은 상기 흡입 튜브에 의해 제공되는 흡입을 제어하도록 구성되어 있는, 조명 장착된 흡입 장치.

청구항 11

청구항 1에 있어서,

상기 흡입 튜브의 상기 근단부에 연결된 핸들; 및

상기 핸들 내에 있고 상기 비광섬유 도파관에 광학적으로 연결되는 발광다이오드(LED)를 더 포함하는, 조명 장착된 흡입 장치.

청구항 12

청구항 1에 있어서,

상기 비광섬유 도파관은 가단성 재료로 형성되며 또한, 상기 비광섬유 도파관은 상기 흡입 튜브로부터 한쪽으로 붙여지도록 구성되어 있는, 조명 장착된 흡입 장치.

청구항 13

청구항 1에 있어서,

상기 비광섬유 도파관과 상기 흡입 튜브 사이에 에어 갭이 유지되는, 조명 장착된 흡입 장치.

청구항 14

청구항 1에 있어서,

상기 외부 클래딩은 상기 흡입 튜브 위에 배치되어 절연 영역을 형성함으로써 상기 절연 영역으로부터 전류가 빠져나오는 것을 방지하는 비도전층인, 조명 장착된 흡입 장치.

청구항 15

청구항 1에 있어서,

상기 전극 팁은 사다리꼴 형상인, 조명 장착된 흡입 장치.

발명의 설명

배 경 기 술

[0001] 다양한 수술 프로시저에서, 수술 부위의 조명은 전형적으로 헤드램프 및 수술용 현미경의 사용을 통해 달성된다. 이러한 조명 소스들이 품질이 나쁘거나 잘못 지향된 조명을 제공하는 시나리오가 존재한다. 하나의 예로서, 요추 어프로치를 통한 척추 수술 동안, 희망의 해부적 목표 영역에 대한 접근은 환자의 중심선의 일측 상의 비스듬한 삽입(angled incision)을 통해 달성될 수 있다. 수술 현미경으로부터 나오는 광은 정적이고, 수술 접근 각도에 대하여 나쁘게 지향될 수 있다. 이와 반대로, 헤드램프로부터 나오는 광은 출력 빔을 방향 조

절하기 위해 그의 머리를 기울이거나 이동시킴에 따라 조절될 수 있지만, 이는 여전히 극돌기(spinous process) 또는 조직 및 근육 층과 같은 다양한 해부 구조에 의해 차단될 수 있다. 이 중 하나의 소스로부터 조명은 피부 수준 삽입을 통해 다양한 깊이에서의 해부 구조의 시각화를 필요를 하는 다양한 수술 단계를 수술의가 진행할 때 충분하지 못할 수 있다.

[0002] 흡입 장치와 같은 휴대용 기기들은 척추 수술과 같은 수술 프로시저 동안 일상적으로 사용된다. 이러한 장치들은 전형적으로 수술실 내의 표준 흡입 소스에 연결되어 있고, 이를 통해 수술의가 혈액, 뼈 조각, 또는 수술 부위로 이전에 흘러 든 유체를 다이내믹하게 그리고 효과적으로 제거하는 것이 가능해진다. 또한, 이러한 흡입 장치는 종종 수술 프로시저 동안 지방, 근육, 또는 다른 구조의 로우 포스 리트랙션(low force retraction)을 제공하기 위해 사용된다. 외과의는 그 근단부로부터 흡입 장치를 잡고, 희망의 위치에 흡입을 제공하도록 수술 프로시저 동안 흡입 장치의 말단부를 조종한다. 휴대용 흡입 장치는 다양한 수술 애플리케이션에 적절한 다양한 말단 팁 구성으로 널리 사용가능 하다(프레이저(Frazier), 풀(Poole), 후쿠시마(Fukushima) 등).

[0003] 종래의 흡입 장치는 금속 튜빙 내에 매입되고 어느 정도의 조명을 제공하기 위해 금속 또는 비금속 흡입 장치에 연결된 광섬유 케이블을 포함하도록 구성되어 있다(특허문헌 1, 2 참조). 이러한 장치는 다수의 해결과제를 가진다. 고 강도 광으로 섬유 대 섬유 커플링의 비효율성은 그 경계에서 광 손실을 일으키고, 이는 열을 발생시킨다. 광섬유 간의 비투과 지역 및 경계에서의 프레넬 반사(Fresnel reflection)에 의해 손실이 발생된다. 광섬유 사이의 공간적 지역은 흔히 광 손실 및 열의 주된 원인이다. 이러한 경계에서의 과도한 열은 조직에 대한 열 손상을 일으킬 수 있고, 또한 수술실 내의 화재 위험이다. 몇몇 제조자들은 수술 장치 및 경계부로 전달될 수 있는 광의 양을 제한하여, 고유한 열 전달을 줄일 것을 추천한다.

[특허문헌 1] 미국공개특허 제2011/0112376호

[특허문헌 2] 미국특허 제7,248,772호

[0004] 그러므로, 개선된 조명 장착된 흡입 장치가 여전히 필요하다. 상술한 해결과제 중 적어도 일부는 본 명세서에 개시된 실시예들에 의해 극복될 것이다.

발명의 내용

과제의 해결 수단

[0005] 본 발명은 일반적으로 수술 조명 분야에 관한 것이고, 더욱 상세하게는 일체형 수술 도구를 가진 조명 시스템에 관한 것이다.

[0006] 아래에 서술된 장치들은 수술용 흡입 장치에 향상된 조명을 제공한다. 아래에 서술된 조명 장착된 흡입 장치는 중앙부에 의해 연결된 근단부 및 말단부를 가진 금속 또는 비금속 흡입 튜브를 포함한다. 흡입 튜브의 근단부에는 진공 소스에 연결하기 위한 피팅(fitting)이 제공되어 있다. 흡입 튜브는 내측면 및 외측면과 함께, 흡입 튜브의 중앙부의 외측면 상에서 1.29 내지 1.67일 수 있는 굴절률 가진 광 클래딩 층, 및 근단부 및 말단부를 가진 조명 도파관을 가진다. 조명 도파관은 흡입 튜브의 중앙부 상의 광 클래딩을 둘러싸도록 형성되고, 흡입 튜브 둘레의 광을 조명 도파관의 근단부에서 말단부까지 안내하는 역할 한다. 조명 도파관은 1.46 내지 1.7의 굴절률을 가질 수 있고, 0.33 내지 0.70의 개구수(numerical aperture)를 가질 수 있다. 소스로부터 조명 도파관까지 광을 안내하기 위해 조명 도파관의 근단부로의 조명 입력이 형성된다.

[0007] 조명 장착된 흡입 장치는 수술의의 인체공학적 니드를 충족시키기에 적합한 휴대용 장치에 통합된 흡입 및 조명 기능부를 포함한다. 수술 프로시저에서 이미 널리 사용되는 휴대용 리포지셔너블(repositionable) 흡입 기능부는 삽입 각도, 깊이, 및 주변 해부학적 장애물과 무관하게 수술의가 피부 아래의 해부구조의 원하는 부분까지 직접적으로 조명을 적용할 수 있게 하는, 조명 도파관에 의해 둘러싸여 있다. 조명 도파관은 고강도 광원으로부터 광을 특별하게 안내하도록 설계된 단단한 구조이고, 시클로올레핀(cyclo-olefin) 폴리머 또는 코폴리머 또는 임의의 다른 적합한 아크릴 또는 플라스틱과 같은 특정 굴절률을 가진 광학 등급의 폴리머의 주입 몰딩을 이용하여 제조된다. 더욱이, 조명 도파관은 내부 전반사(TIR)를 유지하기 위해 코어 재료의 굴절률에 대하여 적절하게 조율된 더 낮은 굴절률의 제2 재료로 말단 출력부를 실딩 또는 둘러쌈으로써 말단 출력부로부터의 광을 효과적으로 전달하도록 가공될 수 있다. 이러한, 고체 구조 안내식 조명 도파관은 룩스테크(Luxtec) 및 BFW 등에 의해 생산되는 300W 크세논 소스와 같은 고강도 광원에 연결된 광섬유 케이블을 통해 전력을 공급받는다.

[0008] 조명 장착된 흡입 장치는 또한 흡입 루멘(lumen)의 근단부 상에 하나 이상의 바브(barb), 릿지(ridge) 또는 다

른 돌출부를 포함할 수 있데, 이는 표준 PVC 수술용 튜빙 또는 다른 적절한 진공 도관의 연결을 가능하게 한다.

[0009] 광섬유가 아니라 흡입 조명을 위해 일반적인 고체 도파관을 사용하는 것은 광섬유 간의 불투과성 공간으로 인한 손실을 제거하고, 오로지 프레넬 반사와 연관된 것에 대한 손실을 줄인다. 광섬유/광섬유 접합부와 연관된 손실의 현저한 감소는 경계부의 상당한 가열없이, 또는 경계부에 히트 싱크 장치 또는 메커니즘에 대한 필요없이 고강도 광의 전달을 가능하게 한다. 광섬유와 도파관의 연결을 통해, 표준 300와트 광원으로부터의 광은 설계 변경없이 신체 조직에 유해한 온도 보다 낮은 정상 상태 온도를 가지는 ACMI와 같은 표준 커넥터의 사용을 통해 전달될 수 있다. 몇몇 실시예에서, 피그테일 커넥터(pigtail connector)가 도파관에 광을 도입시키기 위해 사용될 수 있다. 피그테일은 도파관의 근단부에 부착된 유연한 광 입력부이다. 이것은 광섬유 다발이거나 단일 플렉시블 광 파이프일 수 있다. 피그테일은 도파관의 근단부 상의 하나 이상의 리셉터클 내에 수용될 수 있고, 광 인덱스 매칭 접착제를 통해 도파관에 접착된다. 다른 실시예에서, 피그테일은 피그테일 둘레의 도파관을 단일 통합부로 오버몰딩(overmolding) 함으로써 형성될 수 있다. 피그테일은 광이 도파관으로 더 균일하게 도입되도록, 도파관의 근단부의 폭과 일치하도록 폭이 넓어질 수 있다. 또 다른 실시예에서, 피그테일은 장치에 흡입 또는 전류와 같은 다른 서비스를 제공하기 위해 사용될 수도 있다. 예를 들어, 피그테일은 복수의 루멘을 가진 플렉시블 케이블일 수 있다. 한 루멘은 도파관으로 광을 전달하기 위한 하나 이상의 광섬유를 보유하기 위해 사용될 수 있고, 다른 루멘은 별도의 흡입 튜브를 가지는 것을 대신하여 흡입 튜브에 흡입을 제공하기 위해 사용될 수 있다. 몇몇 실시예에서, 루멘은 이 장치가 조직으로 전류를 전달하기 위해 사용될 때 또는 광원이 이 장치의 일부분일 때 흡입 튜브 또는 전극에 전류를 공급하는 하나 이상의 전기 도체를 둘러싸기 위해 사용될 수 있다. 피그테일은 이러한 특징의 임의의 조합을 가질 수 있고, 필요한 케이블의 총 개수를 줄이고 장치의 프로파일을 줄이는데 도움을 줄 수 있다는 장점을 가진다.

[0010] 조명 도파관(본 명세서에서는 광 도파관이라고도 함) 내에서의 내부 전반사 및 광 믹싱(light mixing)의 사용은 출력 광 프로파일의 제어를 가능하게 하고, 커스텀(custom) 조명 프로파일을 가능하게 한다. 패싯(facet), 렌즈 및/또는 렌즈 어레이와 같은 마이크로 구조가 조명 도파관의 임의의 적절한 표면에 적용될 수 있고, 광이 최소한의 추가 비용으로 주입 몰딩된 구조 및 다른 적절한 구조를 통해 장치의 벽을 따라 점점 증가하는 식으로 추출될 수 있다. 순차적인 추출면의 사용은, 위치의 함수로서 장치의 개구수를 변경시키며, 그리고 추출 구조(마이크로 또는 매크로 구조)의 사용, 개구수의 변경 및 미변경, 선택적 클래딩, 선택적 반사 코팅 등은 모두 특정 수술용 흡입 조명 애플리케이션을 위해 사용자에 의해 요구되는 설계 사양 또는 광 사양을 충족시키기 위해 도파관의 출력 프로파일을 성형하는데 사용될 수 있다.

[0011] 이 장치는 일회용으로 여겨지며, 저렴한 재료로 만들어져 하이 볼륨(high-volume) 주입 몰딩, 오버 몰딩, 및 금속 및 폴리머 압출과 같은 공정을 이용하는 제조 효율에 영향을 줄 수 있다. 장치 어셈블리는 노동 비용을 최소화하도록 가공될 수 있다. 저비용 고성능 조합 장치는 사용자에게 기존의 불연속 조명 및 흡입 장치에 대한 매력적인 대안을 제공함과 동시에, 추가 비용을 최소화한다.

[0012] 조명 장착된 흡입 기구는 고성능 조명 도파관과 흡입을 결합한 휴대용 수술 장치를 포함한다. 이 장치는 절개 및 미소 절개 정형외과 수술을 포함하는 다양한 수술 프로시저에 유용할 것이다. 이러한 조명 도파관은 또한 수술용 드릴 및 프로브 등과 같은 다른 수술 장치와 결합될 수도 있다. 조명 도파관은 광섬유 피그테일, 굴절률 매칭액 및/또는 흡입 루멘을 가지도록 제조될 수 있다.

[0013] 수술 흡입 부위는 말단 흡입 팁이 조직 및/또는 유체 표면과 능동 접촉하고 있는 동안 조명 도파관에 의해 조명되어야 한다. 이러한 효과를 달성하기 위해서는, 조명 도파관으로부터 출력되는 광이 이 장치의 말단 흡입 팁에 근접한 도파관 상의 한 지점으로부터 출사하여야 한다. 이러한 설계 구성이 광이 수술 도구의 말단 팁 부근의 도파관으로부터 빠져나갈 것을 요구하는 경우에, 도파관 형상은 도파관의 개구수를 제어하여, 빠져 나오는 광의 발산각(divergence angle)을 제어하도록 구성될 수 있다. 이와 유사하게, 임의의 적절한 사이즈의 렌즈와 같은 하나 이상의 굴절 엘리먼트는 도파관으로부터 방출되는 광을 제어하기 위해 도파관의 말단부에 또는 그 부근에 형성될 수 있다. 수술에서, 출력 광이 장치의 말단부 부근의 한 지점으로부터 나오는 흡입 조명 장치를 사용할 때, 수술의는 말단 팁으로부터의 글래어(glare)로 인해 어려움을 겪을 수 있다. 그러므로, LED와 같은 광원이 장치의 말단부 부근에 설치될 수 있고, 또는 이러한 광원은 핸들 내부와 같은 장치의 근단부 부근에 있을 수도 있고, 또 다른 실시예에서는, 외부 광원이 사용될 수도 있다.

[0014] 대안의 구성에서, 흡입 튜브의 말단 팁은 수술의가 조명되는 흡입 장치의 말단 팁을 보도록, 광을 투과시키거나 광을 반사하도록 구성될 수 있어, 수술의가 흡입 장치의 팁을 직접 보거나 집중하지 않고도 그들의 주변 시야 내에서 흡입 장치의 말단 팁의 위치를 알 수 있다. 도파관의 얇은 층을 팁까지 연장하는 것이 이러한 효과를

제공할 수 있다. 이러한 효과를 구현하는 전략은 다음을 포함하지만 이에 제한되지는 않는다: (a) 광을 팁으로부터 뒤로 반사시키거나 산란시키기 위한 표면 추출 피처를 포함하거나 포함하지 않는, 팁까지 연장된 도파관, (b) 흡입 장치를 빛나게 만들 수 있는 고 산란 계수를 가진 광학적으로 투명한 재료의 박막의 사용, (c) 중앙 흡입 장치의 외측에 적용된 반사면, (d) 외측면으로부터 광을 반사 또는 산란시키기 위해 표면 상에 임퍼펙션(imperfection)이 적용된 반사면, (e) 출력 광의 일부를 투과 또는 산란시키는 내측 흡입 튜브의 벽에 적용된 클래딩 재료의 사용, 클래딩으로의 입력은 클래딩 내의 임퍼펙션 또는 자연적으로 발생하는 누광 중 하나이다, (f) 팁 상의 형광 코팅, (g) 인광(phosphorescent) 코팅, (h) 장치의 팁에 또는 팁을 따른 임베디드(embedded) 또는 그레이디드(graded) 반사기의 사용. 대안으로서, 말단 팁 형상은 의도적으로 광을 산란시키도록 형성될 수 있다(정방형 에지 등).

[0015] 광 도파관 시쓰(sheath) 또는 어댑터 또는 커넥터 내의 하나 이상의 표면은 마이크로-광학 구조, 박막 코팅 또는 다른 코딩과 같은 임의의 적절한 기술을 이용하여 편광(polarized)된다. 수술 환경에서의 편광된 광의 사용은 우수한 조명을 제공할 수 있고, 카메라 또는 수술의의 안경과 같은 뷰잉 장치 상의 상호 보완적인 편광된 코팅의 사용과 결부되어, 반사된 글래어를 줄여 수술 현장의 더욱 정확한 연색성(color rendering) 및 더 적은 시각적 왜곡을 제공할 수 있다. 광 도파관 시쓰의 하나 이상의 표면은 또한 특정 조직의 시각화를 강화할 수 있는 하나 이상의 주파수의 광을 방출하기 위한 광 필터링 엘리먼트를 포함할 수 있다.

[0016] 본 발명의 제1 형태에서, 조명 장착된 흡입 장치는 근단부 및 말단부 및 그 사이에 중앙부를 가진 흡입 튜브를 포함한다. 근단부는 진공 소스와 유체 연결 가능하고, 흡입 튜브는 내측면 및 외측면을 더 포함한다. 내부 광 클래딩 층이 흡입 튜브의 중앙부의 외측면 둘레에 원주 방향으로 배치되고, 이 장치는 또한 비광섬유 광학 도파관을 포함한다. 광학 도파관은 근단부, 말단부 및 그 사이의 중앙부를 가진다. 광은 내부 전반사에 의해 도파관을 통해 전달되고, 광은 수술 부위를 조명하기 위해 광 도파관의 말단부를 빠져나간다. 광 도파관은 흡입 튜브 가까이 배치되고, 그 사이에 내부 광 클래딩 층이 배치된다. 이 장치는 또한 흡입 튜브 및 광 도파관 둘레에 원주 방향으로 배치된 외부 광 클래딩 층을 가질 수 있다.

[0017] 흡입 튜브는 원통형 단면을 가진 튜브를 포함할 수 있다. D자형 또는 직방형과 같은 다른 단면이 채용될 수도 있다. 흡입 튜브의 말단부는 광 도파관의 말단부보다 더 말단으로 배치될 수 있다. 이 장치는 또한 흡입 튜브의 근단부 부근에 배치된 흡입 제어 메커니즘을 포함할 수 있다. 흡입 제어 메커니즘은 흡입 튜브에 의해 제공되는 흡입 강도를 제어하도록 조절될 수 있다. 흡입 튜브는 또한 전기 도전성일 수 있고, 전기 신호를 전달하는 전극으로서 역할 할 수 있다. 흡입 튜브의 말단부는 클래딩없이 남겨질 수 있다. 흡입 튜브의 일부분은 광 도파관에 의해 가로막히지 않게 유지될 수 있다.

[0018] 내부 광 클래딩 층은 1 내지 1.42의 굴절률을 가질 수 있다. 내부 광 클래딩 층은 실질적으로 원형 단면을 가진 튜브를 형성할 수 있다. 내부 광 클래딩 층은 흡입 튜브와 동심일 수 있다.

[0019] 광 도파관은 1.46 내지 1.70의 굴절률을 가질 수 있다. 광 도파관은 0.33 내지 0.7의 개구수를 가질 수 있다. 광 도파관의 말단부는 그 말단부와 일체로 형성된 하나의 어레이의 렌즈를 포함할 수 있다. 렌즈 어레이는 적어도 제1 렌즈가 제2 렌즈와 중첩되고, 제1 렌즈로부터 방출된 광의 스폿(spot)이 제2 렌즈로부터 방출된 광의 스폿과 중첩되도록 배치될 수 있다. 광 도파관의 말단부는 그로부터 광을 추출하기 위한 복수의 마이크로 구조를 포함할 수 있고, 이 마이크로구조는 사전 선택된 조명 패턴을 형성하도록 추출된 광을 지향시키도록 조절될 수 있다. 광 도파관은 광 도파관의 말단부 부근에 하나 이상의 광 추출 구조를 포함할 수 있고, 이 광 추출 구조는 광 도파관의 외측면 상에 배치될 수 있다. 광 추출 구조는 광 도파관으로부터 광을 추출하도록 조절될 수 있고, 이들은 사전 선택된 조명 패턴을 형성하기 위해 추출된 광을 광 도파관으로부터 멀어지도록 측방향으로 그리고 말단쪽으로 지향시키도록 조절될 수 있다.

[0020] 광 도파관은 내부 만곡면 및 외부 만곡면을 가질 수 있고, 내부 만곡면은 외부 만곡면의 곡율 반경과 상이한 곡율 반경을 가질 수 있다. 에어 갭은 흡입 튜브와 광 도파관 사이에 유지될 수 있다. 흡입 튜브와 광 도파관의 접촉을 방지하기 위해 흡입 튜브 또는 광 도파관 상에 스탠드오프(standoff)가 배치될 수 있다. 이는 흡입 튜브와 광 도파관 사이의 에어 갭을 유지하는 것을 돕는다. 광 도파관은 광 도파관의 말단부를 빠져나가는 광을 편광시키기 위한 편광 엘리먼트를 포함할 수 있다. 광 도파관의 말단부는 평평하지 않을 수 있다. 이와 유사하게, 광 도파관은 또한 하나 이상의 파장의 광이 조명 영역으로 전달되도록 광을 필터링하는 필터 엘리먼트를 가질 수 있다. 몇몇 실시예에서, 도파관과 흡입 튜브 사이에 배리어(barrier)가 배치될 수 있고, 이 배리어는 혈액과 같은 유체가 도파관과 흡입 튜브 사이의 공간을 따라 위킹(wicking) 또는 이동하는 것을 방지한다.

[0021] 외부 광 클래딩 층은 1.29 내지 1.67의 굴절률을 가질 수 있다. 외부 광 클래딩 층은 흡입 튜브와 동심이 아닌

튜브를 형성할 수 있다. 외부 광 클래딩 층의 일부분은 내부 광 클래딩 층의 일부분과 직접 접촉할 수 있다. 또 다른 실시예에서 공기 층이 외부 에어 클래딩 층을 형성하기 위해 외부 광 클래딩 층의 일부분 위에 배치될 수 있다.

[0022] 이 장치는 또한 광 도파관의 근단부와 함께 단일 피스로 일체로 형성된 광 전달 도관을 포함할 수 있고, 이 광 전달 도관은 광원으로부터의 광을 광 도파관으로 도입시키도록 조절될 수 있다. 광 전달 도관은 각각 실질적으로 직방형 단면을 가지는 2개의 광 전달 도관을 포함할 수 있다. 이러한 2개의 광 전달 도관은 광 도파관의 근단부와 함께 단일 피스로 일체로 형성될 수 있다. 광 도파관은 흡입 튜브와 미끄러짐 가능하게 연결될 수 있다. 그러므로, 흡입 튜브에 대한 광 도파관의 가까워지는 이동(proximal movement)은 광 도파관의 말단부를 빠져나가는 광의 스폿 크기를 증가시킨다. 또한, 흡입 튜브에 대한 광 도파관의 멀어지는 이동(distal movement)은 광 도파관의 말단부를 빠져나가는 광의 스폿 크기를 감소시킨다. 이 장치는 또한 광 도파관의 근단부 및 흡입 튜브의 근단부에 연결된 핸들을 포함할 수 있다. 도파관과 핸들의 내측면 사이에 에어 갭이 배치될 수 있다. 핸들과 광 도파관의 접촉을 방지하여, 그 사이의 에어 갭을 유지하는 것을 돕기 위해 핸들의 내측면 또는 광 도파관의 외측면 상에 스탠드오프가 배치될 수 있다.

[0023] 또 다른 실시예에서, 도파관은 기다란 채널 또는 루멘을 가진 몰딩된 컴포넌트일 수 있다. 이러한 채널 또는 루멘은 도파관을 통해 흡입을 적용하기 위해 사용될 수 있고, 그러므로 별도의 흡입 튜브는 필요하지 않다.

[0024] 본 발명의 다른 형태에 따라, 환자의 수술부위 내 조직을 조명하는 방법은 흡입 튜브 및 내부 전반사에 의해 자신을 통해 광을 전달하는 비광섬유 광 도파관을 가진 조명 장착된 흡입 장치를 제공하는 단계를 포함한다. 흡입 튜브 및 광 도파관은 하나의 휴대용 기기를 형성하기 위해 서로 결합되어 있다. 이 방법은 또한 수술 부위 내에 조명 장착된 흡입 장치의 말단부를 위치시키는 단계 및 광 도파관으로부터 광을 추출함으로써 수술 부위를 조명하는 단계를 포함한다. 광 도파관의 말단부 또는 외측면 상에 배치된 광 추출 피처는 광을 추출하기 위해 그리고 또한 수술 부위 내에 사전 선택된 조명 패턴을 형성하도록 추출된 광을 지향시키기 위해 사용된다. 수술 부위를 조명하는 동안, 유체 또는 찌꺼기가 흡입 튜브를 통해 수술 부위로부터 흡입될 수 있다.

[0025] 조명 장착된 흡입 장치는 흡입 튜브 둘레에 배치된 내부 광 클래딩 층을 포함할 수 있다. 내부 광 클래딩 층은 흡입 튜브와 광 도파관 사이에 배치될 수 있다. 외부 광 클래딩 층은 흡입 튜브 및 광 도파관 양측 모두의 둘레에 배치될 수 있다.

[0026] 조명 장착된 흡입 장치의 말단부는 조직과 접촉하도록 놓여질 수 있고, 이 때 광 도파관의 말단부는 조직과 접촉하지 않는다. 광 도파관의 말단부는 그 내부에 일체형으로 형성된 하나의 어레이의 렌즈를 포함할 수 있다. 수술 부위를 조명하는 단계는 적어도 제1 광 스폿이 수술 부위 내에서 제2 광 스폿과 중첩되도록 어레이 내의 각각의 렌즈로부터의 광 스폿을 투사하는 단계를 포함할 수 있다. 수술 부위를 조명하는 단계는 또한 하나 이상의 광 추출 구조를 통해 광 도파관으로부터 광을 추출하는 단계를 포함할 수 있다. 추출된 광은 광 도파관으로부터 멀어지도록 측방향으로 그리고 말단쪽으로 지향될 수 있다. 수술 부위를 조명하는 단계를 편광된 광으로 수술 부위를 조명하는 단계를 포함할 수 있다. 수술 부위를 조명하는 단계는 하나 이상의 파장의 광이 수술 부위로 전달되도록 도파관에 의해 전달된 광을 필터링하는 단계를 포함할 수 있다.

[0027] 이 방법은 흡입 제어 메커니즘을 통해 흡입 튜브에 의해 제공되는 흡입 강도를 제어하는 단계를 더 포함할 수 있다. 이 방법은 또한 흡입 튜브에 의해 전달되는 전류를 통해 조직을 자극하는 단계를 포함할 수 있다. 광 도파관은 흡입 튜브에 대하여 미끄러짐 가능하게 위치 조절될 수 있는데, 이를 통해 조직 상의 추출된 광의 스폿 크기의 증가 또는 감소가 가능해진다.

[0028] 본 발명의 또 다른 형태에서, 조명 장착된 흡입 장치를 제조하는 방법은 근단부, 말단부, 그 사이에 배치된 중앙부, 내측면 및 외측면을 가진 흡입 튜브를 제공하는 단계, 및 근단부, 말단부, 및 외측면을 가진 비광섬유 광 도파관을 제공하는 단계를 포함한다. 광 도파관은 내부 전반사에 의해 자신을 통해 광을 전달한다. 내부 광 클래딩 층은 흡입 튜브의 중앙부의 외측면 상에 꼭 맞고(fit), 광 도파관은 광 도파관과 흡입 튜브 사이에 배치된 내부 광 클래딩 층을 통해 흡입 튜브와 연결된다. 외부 광 클래딩 층은 흡입 튜브의 외측면 상에 그리고 광 도파관의 외측면 상에 꼭 맞다.

[0029] 흡입 튜브는 원형 단면을 가진 튜브를 포함할 수 있다. 광 도파관은 제1 곡률 반경을 가진 제1 만곡면 및 제2 곡률 반경을 가진 제2 만곡면을 가질 수 있다. 제1 곡률 반경은 제2 곡률 반경과 상이할 수 있다. 내층을 피팅(fitting)시키는 단계는 흡입 튜브 상에서 내층을 열 수축시키는 단계를 포함할 수 있다. 광 도파관을 흡입 튜브에 연결하는 단계는 광 도파관을 따라 형성된 기다란 열린 또는 닫힌 채널 내에 흡입 튜브를 배치하는 단계

를 포함할 수 있다. 외층을 피팅하는 단계는 흡입 튜브 및 광 도파관 상에서 외층을 열 수축시키는 단계를 포함할 수 있다.

[0030] 본 발명의 또 다른 형태에서, 휴대용 조명 장착된 흡입 장치는 흡입 튜브, 비광섬유 광 도파관 및 광 클래딩을 포함한다. 흡입 튜브는 내측면, 외측면, 근단부 및 말단부를 가진다. 근단부는 진공 소스에 유체 연결되도록 구성되어 있고, 말단부는 수술 부위로부터 유체 또는 찌꺼기를 제거하도록 구성되어 있다. 비광섬유 광 도파관은 외측면, 근단부, 및 말단부를 가진다. 광 도파관은 흡입 튜브의 외측면 상에 배치되고, 광은 광 도파관의 근단부에서 그 말단부를 향해 내부 전반사에 의해 전달된다. 광은 광 도파관의 말단부로부터 방출되고 수술 부위를 조명하도록 먼쪽으로 지향된다. 광 클래딩은 광 도파관의 외측면 상에 배치되고, 광 도파관과 수술 부위 내의 유체, 찌꺼기 또는 조직 간의 접촉을 방지 또는 최소화한다. 그러므로, 광 클래딩은 광 도파관을 통해 전달되는 광의 내부 전반사를 촉진한다. 광 도파관과 흡입 튜브 사이에 하나 이상의 스탠드오프가 배치되고, 이들은 흡입 튜브의 일부분과 광 도파관의 일부분 간의 접촉을 방지하여 그 사이에 에어 갭을 유지한다. 에어 갭은 광 도파관을 통한 광의 내부 전반사를 용이하게 한다.

[0031] 이 장치는 또한 흡입구 및 복수의 핀(fin)을 가질 수 있는데, 이 둘 모두 흡입 튜브의 말단부 부근에 위치한다. 복수의 핀은 수술 부위 내의 조직이 흡입구를 막는 것을 방지하도록 구성될 수 있다. 흡입 튜브는 전기를 통할 수 있고, 그러므로 흡입 튜브는 별도의 전극을 필요로 하지 않고도 수술 부위 내의 조직으로 전류를 전달하는 전극으로서 역할 할 수 있다. 게다가, 흡입 튜브가 전극으로서 역할 할 때, 그것이 도전성이고, 도체 와이어가 흡입 튜브의 근단부에 연결될 수 있기 때문에, 전체 흡입 튜브와 나란하게 뻗은 도체 와이어가 필요하지 않을 수 있다. 흡입 튜브의 임의의 부분은 전류가 흡입 튜브를 따라 원하는 지점에서만 흡입 튜브를 빠져나가도록 히트 슈링크(heat shrink)와 같은 비도전층으로 절연될 수 있다. 더욱이, 흡입 튜브가 가단성(malleable)이 있다면, 흡입 튜브는 수술 부위 내의 원하는 위치에 흡입, 조명, 및/또는 전류를 전달하기 위해 임의의 희망의 형상으로 구부러지거나 또는 변형될 수 있다. 하나 이상의 전극이 흡입 튜브에 연결될 수 있다. 이 전극은 수술 부위 내의 조직에 전류를 전달하도록 구성될 수 있다.

[0032] 광 도파관은 그 근단부에서부터 그 말단부를 향해 갈수록 변하는 단면을 가질 수 있다. 광 도파관은 폭 및 두께를 가질 수 있고, 이 폭은 광 도파관의 근단부에서 광 도파관의 말단부를 향해 갈수록 증가 또는 감소할 수 있다. 이와 유사하게, 두께는 근단부에서 말단부를 향해 갈수록 증가 또는 감소할 수 있다. 조명 장착된 흡입 장치는 광 도파관의 말단부 상에 배치된 하나의 어레이의 렌즈를 가질 수 있고, 이 렌즈 어레이는 광을 수술 부위 내에 하나의 패턴으로 투사하도록 구성될 수 있다. 어레이 내의 각각의 렌즈로부터 투사된 광은 하나의 조명 패턴을 형성할 수 있고, 이들 렌즈들은 조명 패턴이 서로 중첩되도록 하는 피치를 가지도록 배치될 수 있다. 광은 흡입 튜브의 말단부 부근에 있는 광 도파관의 일부분으로부터 출사할 수 있다.

[0033] 광 클래딩은 강성이거나 또는 유연할 수 있는 기다란 몰딩된 폴리머 엘리먼트를 포함할 수 있다. 기다란 몰딩된 폴리머 엘리먼트는 광 도파관을 수용하도록 구성된 기다란 오목한 부분을 포함할 수 있다. 기다란 몰딩된 폴리머 엘리먼트 상에 핸들이 배치될 수 있다.

[0034] 조명 장착된 흡입 장치는 흡입 튜브의 근단부에 연결되어 있고, 또한 광 도파관의 근단부에 연결되어 있는 제1 핸들을 더 포함할 수 있다. 제1 핸들은 오퍼레이터의 손에 꼭 맞도록 인체 공학적으로 구성될 수 있다. 제1 핸들은 광 도파관의 외측면 둘레에 배치될 수 있고, 그 사이에 에어 갭이 배치된다. 이 에어 갭은 광 도파관을 통과하는 광의 내부 전반사를 촉진한다. 이 장치는 또한 제1 핸들에 고정적으로 또는 제거 가능하게 연결된 피스톨 그립 핸들(pistol grip handle)을 가질 수 있다. 이 장치는 또한 흡입 튜브를 수용하도록 구성된 크래들(cradle)을 가질 수 있다. 이 장치는 흡입 튜브의 근단부 부근에 흡입 제어 메커니즘을 가질 수 있다. 흡입 제어 메커니즘은 흡입 튜브에 의해 제공되는 흡입 강도를 제어하도록 조절될 수 있다.

[0035] 본 발명의 또 다른 형태에서, 환자의 수술 부위 내 조직을 조명하는 방법은 흡입 튜브 및 비광섬유 광 도파관을 가진 조명 장착된 흡입 장치를 제공하는 단계를 포함한다. 흡입 튜브 및 광 도파관은 하나의 휴대용 기기를 형성하기 위해 서로 결합되어 있다. 이 방법은 또한 흡입 튜브와 광 도파관 사이에 에어 갭을 유지하는 단계를 포함한다. 이 에어 갭은 광 도파관을 통해 지나가는 광의 내부 전반사를 촉진한다. 수술 부위 내의 유체 및 찌꺼기는 광 도파관 상에 배치된 광 클래딩을 제공함으로써 광 도파관과의 접촉이 방지된다. 광 클래딩은 또한 광 도파관을 통해 지나가는 광의 내부 전반사를 촉진한다. 조명 장착된 장치의 말단부는 수술 부위로 접근하고, 수술 부위는 광 도파관으로부터의 광으로 조명된다. 이 광은 광 도파관의 말단부 상에 배치된 하나의 어레이의 렌즈에 의해 수술 부위로 지향된다. 지향된 광은 수술 부위 내에 사전 선택된 조명 패턴을 형성한다. 수술 부위가 조명되는 동안, 혈액과 같은 유체 또는 찌꺼기가 흡입 튜브를 통해 수술 부위로부터 제거될

수 있다.

[0036] 광 클래딩은 광 도파관을 수용하도록 구성된 기다란 오목한 부분을 가지는 기다란 몰딩된 폴리머 엘리먼트를 포함할 수 있다. 수술 부위를 조명하는 단계는 조직과 접촉하지 않도록 수술 부위 내에 광 도파관의 말단부를 위치시키는 단계를 포함할 수 있다. 수술 부위를 조명하는 단계는 어레이 내의 각각의 렌즈로부터의 광을 하나의 조명 패턴으로 투사하는 단계를 포함할 수 있고, 이 렌즈들은 조명 패턴이 서로 중첩되도록 하는 피치를 가지도록 배열될 수 있다. 흡입 튜브에 의해 제공되는 흡입 강도는 흡입 제어 메커니즘을 제공함으로써 제어될 수 있다. 조직을 자극하기 위해 흡입 튜브로부터, 또는 흡입 튜브에 연결된 하나 이상의 전극으로부터 전류가 전달될 수 있다.

[0037] 본 발명의 이러한 및 다른 형태 및 장점들은 아래의 설명 및 첨부된 도면에서 확인된다.

[0038] (참조에 의한 통합)

[0039] 본 명세서에 언급된 모든 공개물, 특허, 특허출원은 각각의 개별적인 공개물, 특허, 또는 특허 출원이 구체적으로 각각 참조로서 통합된 것으로 지시된 것과 동일한 정도로 참조로서 본 명세서에 통합된다.

도면의 간단한 설명

[0040] 본 발명의 독창적인 특징들은 첨부된 청구항에 구체적으로 나열되어 있다. 본 발명의 원리를 이용한 예시적인 실시예를 나열한 아래의 상세한 설명 및 첨부된 도면을 참조함으로써 본 발명의 특징 및 장점이 더 잘 이해될 것이다.

도 1은 조명 장착된 흡입 장치의 투시도이다.

도 1a는 A-A를 따라 취해진 도 1의 조명 장착된 흡입 장치의 단면도이다.

도 1b는 전극을 갖춘 조명 장착된 흡입 장치의 예시적인 실시예를 도시한다.

도 2는 도 1의 조명 장착된 흡입 장치의 말단부의 확대 투시도이다.

도 2a는 도 2의 렌즈 어레이 중 하나의 렌즈의 확대도이다.

도 3은 핸들을 갖춘 조명 장착된 흡입 장치의 투시도이다.

도 4는 B-B를 따라 취해진 도 3의 조명 장착된 흡입 장치의 말단부의 단면도이다.

도 4a는 조명 장착된 흡입 장치의 측면으로부터의 광 추출의 예시적인 실시예를 도시한다.

도 5는 본 발명에 따른 조명 도관 입력부의 단면도이다.

도 6은 대안의 조명 도관의 측면도이다.

도 6a, 6b, 및 6c는 도 6의 대안의 조명 도관의 다양한 단면도이다.

도 6d는 도 6의 대안의 조명 도관의 액세스 포트의 투시도이다.

도 7은 대안의 조명 도관의 조명 입력부의 투시도이다.

도 8은 다른 대안의 조명 도관의 조명 입력부의 투시도이다.

도 9는 핸들을 갖춘 조명 장착된 흡입 장치의 투시도이다.

도 10은 C-C를 따라 취해진 도 8의 조명 장착된 흡입 장치의 단면도이다.

도 11은 D-D를 따라 취해진 도 10의 조명 장착된 흡입 장치의 핸들의 단면도이다.

도 12는 대안의 조명 장착된 흡입 장치의 투시도이다.

도 13은 다른 대안의 조명 장착된 흡입 장치의 투시도이다.

도 14는 다른 예시적인 실시예의 조명 장착된 흡입 장치이다.

도 14a-14b는 도파관의 예시적인 기하학적 형상을 도시한다.

도 15a-15c는 조절 가능한 조명 도파관을 가진 조명 장착된 흡입 장치의 예시적인 실시예를 도시한다.

도 16은 조명 도파관 장치의 예시적인 단면을 도시한다.

도 17은 조명 도파관 장치의 다른 단면을 도시한다.

도 18a-18b는 조명 장착된 흡입 장치의 다른 실시예를 도시한다.

도 19a는 도 18a-18b의 조명 장착된 흡입 장치의 투시도를 도시한다.

도 19b는 도 19a의 조명 장착된 흡입 장치의 대안의 실시예를 도시한다.

도 19c는 도 19b의 라인 C-C를 따라 취해진 단면을 도시한다.

도 19d는 도 19b의 라인 D-D를 따라 취해진 단면을 도시한다.

도 20a-20c는 도 19b의 실시예의 다양한 부분 단면도를 도시한다.

도 21은 클래딩 및 광 도파관이 제거되어 있는 도 19b의 실시예의 투시도를 도시한다.

도 22는 도 19b의 실시예의 흡입 튜브 및 클래들을 도시한다.

도 23은 도 19b의 실시예의 흡입 튜브를 도시한다.

도 24는 도 19b의 실시예의 클래딩을 도시한다.

도 25는 예시적인 광 커플링을 도시한다.

도 26a-26b는 예시적인 핸들을 도시한다.

도 27은 예시적인 피스톨 그립 핸들을 도시한다.

도 28a-28d는 도파관으로의 다양한 광 입력을 도시한다.

도 29는 조명 장착된 흡입 장치의 대안의 실시예를 도시한다.

도 30a-30d는 전극 팁의 예시적인 실시예를 도시한다.

도 31a-31b는 조명 장착된 가단성 흡입 장치의 예시적인 실시예를 도시한다.

발명을 실시하기 위한 구체적인 내용

[0041] 도 1, 1a, 2 및 2a를 참조하면, 조명 장착된 흡입 장치(10)는 흡입 루멘(12L)을 둘러싼 흡입 튜브(12)를 포함한다. 본 실시예 또는 본 명세서에 개시된 임의의 실시예에서 흡입 튜브는 알루미늄, 스테인리스 강과 같은 금속 또는 아크릴, ABS, PVC 등과 같은 폴리머 등의 임의의 적절한 재료로 이루어질 수 있다. 이러한 흡입 튜브 또는 본 명세서에 개시된 임의의 흡입 튜브의 단면은 원형, 비원형, D자형, 직방형, 타원형일 수 있으나, 임의의 다른 기하학적 형상이 사용될 수도 있다. 조명 도파관(14)은 흡입 튜브(12)의 중앙부(12A) 상의 클래딩 층(15) 위에서 보호되고, 입력부 또는 근단부(12P) 및 말단부(12D)를 노출되게 남겨둔다. 조명 도파관(14)은 광(11L)이 조명 입력단(14P)으로부터 진행하여 광 출력면, 또는 출력단(14D) 상의 말단면(14F)을 통해 빠져나갈 때, 광 믹싱을 최적화하기 위한 평평한 측(14S) 또는 평평한 측(14T)과 같이 구성되어 있는 하나 이상의 사이드, 면, 또는 다른 부분을 가질 수 있다.

[0042] 조명 도파관(14)은 효과적으로 광을 투과시키는 사이클로 올레핀 폴리머와 같은 광학 등급의 공학 열가소성 수지로 만들어진다. 사이클릭 올레핀 코폴리머, 폴리카보네이트, 아크릭 및/또는 TPC와 같은 임의의 다른 적절한 재료가 사용될 수도 있다. 그러므로, 도파관은 동질의 재료로 형성된 단일 피스인 것이 바람직하다. 이것은 또한 유연하거나 또는 강성 및 자가 지지형(self-supporting)일 수 있고, 그러므로 자신을 지지할 수 없는 광섬유가 아니다. 도파관 구조의 각도 및 굽힘은 광이 내부 전반사(TIR)를 통해 도파관을 통과하도록 가공된다. 측벽 및 다른 피처는 광이 혼합되고, 광이 도파관의 말단부(14D)에 도달할 때까지 나가는 것을 허용하지 않도록, 그리고 선택된 균일도(uniformity)로 빠져나가도록 각진 부분 및 평평한 부분을 가진다. TIR에 의해 반사된 광은 고효율로(거의 100% 효율) 내측으로 반사된다. 흡입 튜브(12)는 반사각을 변경시키고, 광의 원치 않는 산란을 만드는, 조명 도파관(14)과의 굽은 경계를 도입시킨다. 그러므로, 코팅되지 않은 또는 무처리된 흡입 튜브는 각각의 반사마다 소량의 광이 흡수 및/또는 산란되게 하여 궁극적으로 나쁜 광 전송 효율을 야기할 것이다. 도파관을 통한 TIR을 보존하기 위해, 특정 굴절률을 가진 클래딩 재료(15)가 흡입 튜브와 도파관 사이에 놓여진다. TIR은 또한 잠재적으로 조명 도파관(14)의 외부 노출면(14X)과 접촉하게 되는 수술 부위로부터의

혈액 또는 이물질에 의해 방해 받을 수 있다. 특정 굴절률을 가진 외부 클래딩 층(15X)은 또한 도파관의 외측에 부착될 수 있다. 도파관 재료는 금속 또는 가단성 플라스틱 흡입 튜브로부터의 음영에 의해 가려지지 않는 말단부(14D)로부터 조명 패턴을 제공하기 위해 흡입 튜브(12)를 완전히 둘러쌀 수도 있고, 둘러싸지 않을 수 있다. 도파관 및 TIR 보호 재료는 최적의 광 출사각, 전체 광 출력, 및 수술 부위를 적절하게 시각화하기 위해 선택된 조명을 제공하도록 선택된다. 흡입 튜브(12)는 조명기로부터 출력된 광과 상호작용함으로써 초래되는 글래어 또는 반사를 줄이기 위해 처리(예컨대, 알루미늄의 경우에 양극 산화(anodize))될 수 있다.

[0043] 도 11b는 전극을 갖춘 조명 장착된 흡입 장치의 대안의 실시예(10a)를 도시한다. 하나 이상의 전극(13e)은 흡입 튜브(12)의 말단부 상에 배치될 수 있고, 및/또는 하나 이상의 전극(15e)은 도파관(14)의 말단부 상에 배치될 수 있다. 이 전극들은 조명 장착된 흡입 장치가 신경과 같은 다양한 조직을 자극하기 위한, 또는 조직을 소작(cauterizing)하기 위한 프로브(probe)로서 사용되는 것을 가능하게 한다. 와이어 또는 다른 도체들은 이 전극들을 조명 장착된 흡입 장치(10a)의 근단부에 연결할 수 있고, 그 다음 이 근단부는 전극(13e 또는 15e)에 의해 전달되는 전류를 제공하는 에너지원에 연결될 수 있다. 이 전극들이 흡입 튜브의 외측면에 부착될 수도 있고, 또는 외부 클래딩(15)의 일부분이 금속 흡입 튜브를 노출시켜 전극으로서 사용될 수 있게 하기 위해 제거될 수도 있다. 그러므로, 흡입 튜브 자체가 도체 및 전극으로서 사용될 수 있다. 이와 유사하게, 전극들이 도파관의 외측면에 부착될 수 있고, 또는 도파관이 도전성이거나 도파관에 전극이 연결될 수 있다면, 도파관의 일부분을 노출시켜 전극으로서 사용될 수 있게 하기 위해 클래딩의 일부분(15X)이 제거될 수도 있다. 그 다음, 조명 장착된 흡입 장치는 단극(monopolar) 모드 또는 이극(bipolar) 모드로 동작될 수 있다.

[0044] 도 30a-30b는 흡입 튜브로 형성될 수 있는 전극 팁의 다른 예시적인 실시예들을 도시한다. 예를 들어, 도 30a는 흡입 튜브의 말단 가장자리를 지나 멀리 뻗은 직방형의 전극(3004a)을 가진 흡입 튜브(3002)를 도시한다. 전극(3004a)의 폭은 흡입 튜브와 동일한 폭일 수도 있고, 또는 그보다 크거나 작을 수도 있다. 게다가, 전극의 길이는 필요에 따라 다양할 수 있다. 예를 들어, 도 30b는 유사한 직방형 형상이지만, 흡입 튜브로부터 먼쪽으로 앞선 실시예보다 더 적게 뻗어 있는 전극(3004b)을 도시한다. 도 30c는 흡입 튜브(3002)보다 더 좁고, 사다리꼴 형상일 수 있는 전극(3004c)을 도시하고, 도 30d에서 전극(3004d)은 삼각 형상이다. 이 전극들은 단일 피스의 일체형 장치가 형성되도록 흡입 튜브로부터 재료를 제거함으로써 형성될 수도 있고, 또는 이 전극들은 흡입 튜브에 용접 또는 부착될 수 있다.

[0045] 대안의 구성에서, 도파관(14)의 말단면(14F)은 광(11L)이 조명 패턴(19)을 형성하는 방법을 제어하기 위해 임의의 적절한 표면 처리를 포함할 수 있다. 렌즈 어레이(24)와 같은 하나 이상의 렌즈 또는 렌즈 어레이가 말단면(14F)상에 형성될 수 있다. 렌즈 어레이(24)와 같은 적절한 광학 피처는 원하는 조명 패턴(들)을 만들기 위해 동일한, 유사한, 또는 상이한 형상 및 크기의 렌즈들을 포함할 수 있다. 렌즈 형상 및 반경의 조합이 도파관의 말단 또는 출력면 상의 렌즈 배열을 최적화하기 위해 사용될 수 있다. 이러한 렌즈 어레이는 말단면(14F)의 임의의 부분 상에 렌즈를 포함할 수 있다. 말단면(14F)은 대체로 평평하고, 직교하는 축(26X 및 26Y)에 대하여 서술될 수 있다. 렌즈 어레이(24)의 각각의 렌즈들은 또한 상이한 방향을 향할 수 있다, 즉, 평면 축(26X 및 26Y)에 대하여 상이한 피치를 가진다. 하나의 예시적인 실시예에서, 복수의 렌즈들은 말단면(14F) 상에 배치되어 있다. 광은 각각의 렌즈로부터 수술 부위를 향해 하나의 조명 패턴으로 투사된다. 렌즈의 피치는 조명 패턴이 서로 별개로 분리되도록 조절될 수도 있고, 또는 렌즈의 피치는 조명 패턴들이 서로 중첩되도록 조절될 수 있다. 조명 패턴을 중첩시키는 것이 렌즈 및/또는 도파관 내의 광학적 결함으로 인한 불균일한 조명을 제거하는데 도움이 된다. 광학적 결함은 광 도파관 및 렌즈 내의 분리선, 게이트, 스크레치 등에 의해 초래된 것일 수 있다. 조명 패턴을 중첩시킴으로써, 이러한 불균일함은 렌즈 어레이 내의 인접한 렌즈에 의해 제공되는 다른 조명 패턴에 의해 덮이거나, 매꾸어지거나 또는 지워질 수 있다. 이러한 특징에 대한 추가적인 세부사항은 아래에 서술되어 있다.

[0046] 렌즈(24A)와 같은 개별 렌즈는 임의의 적절한 기하학적 형상을 취할 수 있고, 만곡될 수도 있고, 패싯(25)과 같은 하나 이상의 패싯을 가지도록 패싯될 수 있다. 렌즈(24A)와 같은 다각형 형상은 렌즈들이 서로 바로 인접하게 놓여질 수 있게 하여, 렌즈 사이의 무방향성 누광을 제거하는 것을 가능하게 한다.

[0047] 또 다른 실시예에서, 도파관의 말단부는 평평할 수도 있고, 또는 수술 부위로 광을 성형하고 보내는 것을 돕기 위해 (볼록 또는 오목하게) 만곡될 수도 있다. 또한, 도파관이 수술 부위로 편광된 광을 전달하도록, 편광 엘리먼트 또는 필터가 말단부에 연결될 수 있는데, 이는 특정한 조직을 우선적으로 시각화하는데 유리할 수 있다. 이러한 편광 엘리먼트는 또한 와이어 그리드 편광기일 수 있다.

[0048] 도 14는 다른 예시적인 실시예의 조명 장착된 흡입 장치(1400)를 도시한다. 조명 장착된 흡입 장치(1400)는 흡

입 튜브(1402) 부근에 배치된 조명 도파관(1410)을 포함한다. 흡입 튜브는 곧은 비교적 단단한 말단부(1402r) 및 미리 구부러진 유연한 근단부(1402f)를 가지도록, 가단성 금속 또는 다른 가단성 재료로 만들어질 수 있다. 흡입 튜브(1402)는 흡입 튜브(1402)를 진공 소스(도시되지 않음)에 유체 연결하는 플렉시블 튜빙(1406)에 이어 붙여질 수 있고, 그러므로 흡입 튜브(1402)의 말단 팁(1404)은 수술 부위로부터 유체 또는 다른 재료를 제거하기 위해 사용될 수 있다. 조명 도파관(1410)은 비광섬유 광 도파관인 것이 바람직하다(본 명세서에 서술된 임의의 도파관인 것이 바람직하다). 이 도파관은 도 14에 도시된 바와 같이 원통형일 수도 있고, 또는 정방형 단면, 직방형, 타원체, 타원형, 달걀형 등과 같은 다른 프로파일, 또는 여기 서술된 임의의 다른 기하학적 형상을 가질 수도 있다. 미리 구부러진 가단성 부분(1402)은 수술의 또는 다른 오퍼레이터가 다양한 수술 부위에 접근하고 상이한 해부구조를 수용할 수 있도록 흡입 장치를 구부리는 것을 가능하게 한다. 조명 도파관에 대한 다른 가능한 단면은 도 14a-14b에 도시되어 있는데, 여기서 도파관(1410a)의 높이(h)는 근단부가 말단부보다 더 높도록 점점 가늘어지는 형상이다. 또한, 도파관(1410a)의 폭도 도 14b에 도시된 바와 같이, 근단부에서 말단부로 갈수록 증가할 수 있다. 이러한 기하학적 형상은 낮은 프로파일을 가진 트럼펫 형상의 도파관을 야기하고, 이 도파관은 더 작은 삽입부 내에 끼워 넣어질 수 있고, 수술 부위에서 더 적은 공간을 차지할 수 있게 된다.

[0049] 그러므로, 도 14에 도시된 실시예에서, 조명 도파관은 흡입 튜브(1402)와 마찬가지로, 평평한 상면 및 평평한 하면을 가진다. 그러므로, 조명 도파관의 바닥면은 흡입 튜브의 상면과 동일 선상에 놓인다. 그 다음, 히트 슈링크와 같은 외부 시쓰(1414)가 조명 도파관과 흡입 튜브를 함께 고정시키기 위해 사용될 수 있다. 외부 시쓰(1414)는 광 손실을 최소화하기 위해 바람직한 광 특성을 가지도록 선택될 수 있다. 예를 들어, FEP 히트 슈링크는 광이 도파관(1410)을 따라 전달되고 본 명세서에 서술된 임의의 추출 피처를 이용하여 말단부(1412)로부터 추출되도록 하는 바람직한 굴절률을 가진다. 외부 시쓰(1414)는 또한 도파관 및 흡입 튜브 위로 뻗어 있는 억지 끼워맞춤(tightly fitting) 폴리머 시쓰일 수 있고, 히트 슈링크 튜브가 아닐 수 있다. 게다가, 연장될 수 있는 히트 슈링크 튜빙 또는 억지끼워 맞춤 튜빙(도시되지 않은)과 같은 별도의 클래딩 층이 흡입 튜브 위에 배치되어, 흡입 튜브와 조명 도파관 사이의 접촉에 의해 발생되는 광 손실을 최소화할 수 있다. 별도의 클래딩 층은 FEP 튜빙이거나 본 명세서에 기재된 임의의 다른 재료 일 수 있고, 바람직하게는 흡입 튜브의 원주 둘레 전체에 배치된다. 광섬유 케이블(1408)은 도명 도파관을 외부 광원(도시되지 않음)에 연결한다. 이 실시예에서 광섬유 케이블은 서로 고정 접속되기 위해 도파관과 일체인 것이 바람직하다(예컨대, 함께 주입 오버몰딩된다). 대안의 실시예에서, 광섬유 케이블은 도파관에 분리 가능하게 접속된다. 흡입 튜브와 플렉시블 튜빙(1406) 간의 접속점 부근에서 광섬유 케이블(1408)을 도파관과 결합시킴으로써, 수술의 또는 오퍼레이터는 광섬유 케이블로부터의 간섭없이 흡입 튜브를 쉽게 구부리거나 조종하는 것이 가능해진다. 광섬유 케이블(1408)은 가단성 굽힘부(1402)가 구부러질 때 광섬유 케이블(1408)이 흡입 튜브(1402f)와 함께 구부러지도록 도파관(1402)에 연결될 수 있고, 또는 다른 실시예에서, 광섬유 케이블(1408)은 가단성 굽힘부(1402f)와 연결될 필요없이 흡입 튜브에 자유롭고 독립적으로 매달려 있을 수 있다.

[0050] 여기 개시된 임의의 실시예에서, 흡입 튜브를 따른 도파관 위치는 조절 가능할 수 있다. 예를 들어, 도 15a에서, 조명 장착된 흡입 장치(1500)는 광섬유 케이블(1504)에 연결된 조명 도파관(1502)을 포함한다. 조명 도파관(1502)은 플렉시블 진공 튜빙(1508)에 연결되어 있는 흡입 튜브(1506) 상에 미끄러짐 가능하게 연결되어 있다. 이 도파관은 흡입 튜브(1506)에 대하여 근단쪽으로 또는 말단쪽으로 미끄러질 수 있고, 이는 수술 부위 내의 광 출력의 스폿 크기 및 밝기의 조절을 가능하게 한다. 도 15b에서, 도파관(1502)은 흡입 튜브(1506)에 대하여 말단쪽으로 전진되어, 광 스폿(1510)을 더 작게 만들고 흡입 튜브의 말단 팁 및 수술 부위를 더 밝게 비추게 한다. 도 15c에서, 조명 도파관은 흡입 튜브에 대하여 근단쪽으로 후퇴하여, 광 스폿 크기(1510)를 더 크게 만들고 도 15보다 더 산란되어, 흡입 튜브의 말단 팁을 더 어둡게 조명함은 물론, 수술 부위도 더 어둡게 조명한다. 도 15a에서의 도파관(1502)은 원형 단면을 가질 수 있으나, 평평한, 만곡된, 직방형, 또는 여기 개시된 임의의 단면과 같은 다른 단면을 가질 수도 있다. 몇몇 실시예에서, 도파관은 흡입 튜브를 수용하는 새들(saddle)를 형성하는 오목한 내측면 및 볼록한 외측면을 가진다. 이는 도파관이 도 16에 대하여 여기 서술된 바와 같이, 낮은 프로파일을 가진 흡입 튜브와 짝을 이루는 것을 가능하게 한다.

[0051] 이제 도 3을 참조하면, 광원(11)으로부터의 광(11L)은 광섬유 케이블(11C)과 같은 임의의 적절한 장치를 이용하여 조명 도파관으로 전달된 후, 도파관(14)을 통해 전달되고 도파관의 말단부(14D) 상에 또는 그 부근에 있는 임의의 적절한 구조(들)로부터 출사한다. 대안으로서, 이러한 또는 본 명세서의 임의의 실시예에서, LED와 같은 광원은 흡입 핸들에 통합되어 광섬유 연결에 대한 필요성이 제거될 수 있고, 또는 LED는 장치의 말단 팁 부근에 말단쪽으로 배치될 수 있다. 흡입 소스(13)로부터의 진공은 진공 입력(22P)에 연결된 튜브(13T)와 같은 임의의 적절한 흡입 튜브를 이용하여 조명 장착된 흡입 장치(20)에 연결된다. 흡입 튜브(12)의 말단부에서 사

용 가능한 진공은 핸들(22) 내의 흡입 구멍(H)의 일부 또는 전부를 덮음으로써 제어될 수 있다.

[0052] 조명 장착된 흡입 장치(10)는 ABS 또는 폴리카보네이트와 같은 비교적 저렴한 가공 플라스틱으로 만들어진 핸들(22)과 같은 핸들에 통합될 수 있다. 핸들(22)은 함께 스냅 핏(snap fit), 접착, 또는 초음파 용접되도록 설계된 별개의 주입 몰딩된 컴포넌트들일 수 있는 2 이상의 컴포넌트로 만들어질 수 있다. 대안으로서, 핸들은 오버 몰딩 프로세스를 통해 장치(10)와 같은 조명 장착된 흡입 장치 위에 형성될 수도 있다. 또한, 조명 장착된 흡입 장치(20)와 같은 결합된 장치의 근단부는 적절한 위치에 홀(H)을 포함할 수 있고, 이 홀은 장치 내의 흡입 통로와 통해 있는데, 이로 인해 수술의가 그 홀의 일부분 또는 전체를 손가락으로 막음으로써 흡입 기능을 활성화시킬 수 있고, 홀을 막지 않은 때 "흡입 누광"을 만들어 흡입을 비활성화시킬 수 있게 된다. 홀의 기하학적 형상을 변경하는 것은, 후키지마 흡입의 경우에서처럼, 흡입 기능의 미세한 조절을 제공한다. 핸들(22)의 근단부는 또한 메일(mail) ACMI 커넥션 또는 다른 적절한 커넥터와 같은, 조명 도파관(14)에 부착될 전통적인 광섬유 케이블에 대한 입력부, 및 다양한 크기의 표준 플렉시블 흡입 PVC 흡입 튜빙에 적합한 바브드 피팅(barbed fitting)일 수 있는 진공 포트(22P)와 같은 진공 포트를 포함할 수 있다. 광섬유 케이블은 조명(11)과 같은 고강도 광원에 부착된다. 흡입 튜브(13T)는 진공 소스(13)와 같은 일체형 진공 펌프를 가진 폐기물 수집 용기와 같은 OR 내의 임의의 표준 진공 소스에 부착된다.

[0053] 이제 도 4를 참조하면, 광 빔(11B)은 입력 소스의 개구수(NA), 재료의 굴절률, 및 도파관의 형상과 같은 광 특성을 기초로 특정 각도로 도파관 말단면(14F)을 빠져나간다. 목표 수술 부위 상에 비추어지는 광 패턴(19)은 특정 거리(16)를 기초로 최적화되는데, 조명기는 흡입 튜브의 말단 팁(12D)으로부터 멀찍이 위치한다. 주어진 광원 구성에 대하여, 광 빔(11B)의 발산각(18)은 평면(21)과 같은, 조명기에 수직인 임의의 목표 평면에서 총 광 출력 및 조명 크기(17)를 가지는 특정 조명 패턴(19)을 야기한다. 흡입 튜브의 말단 팁에서의 평면이 특히 중요한데, 이는 의사가 흡입을 활성화하거나 또는 조직을 추출하고자 희망하는 수술 타겟에 말단 팁을 놓을 것이기 때문이다.

[0054] 도 4a는 광(25)을 추출하여 그 광(25)을 수술 부위를 향해 측방향으로 말단쪽으로 보내는 조명 도파관의 측면상에 광 추출 피처(23)을 가지는 조명 장착된 흡입 장치의 대안의 실시예를 도시한다. 이 피처는 단독으로 사용될 수도 있고, 또는 이미 상술한 말단 피처와 함께 조합하여 사용될 수도 있다. 추출 피처는 프리즘, 렌즈, 렌슬렛, 복수의 패싯, 또는 도파관으로부터 광을 추출하고 그 광을 원하는 영역에 원하는 패턴으로 보내는 공지된 다른 표면 피처를 포함할 수 있다. 추출 피처는 불연속 영역 내에 배치되어 그 영역으로부터만 광이 추출되게 할 수도 있고, 또는 추출 피처는 균일한 링 형상의 광이 도파관으로부터 방출되도록 도파관의 둘레에 원둘레를 따라 배치될 수 있다. 측면 추출 피처 및 말단 조명 피처를 모두 사용하면, 확산광이 도파관의 측면으로부터 방출됨과 동시에 더 집중된 광이 도파관의 말단 팁으로부터 방출될 수 있다.

[0055] 이제 도 5를 참조하면, 광원(11)은 광(11L)을 1.52의 굴절률을 가진 통해 시클로 올레핀 폴리머 코어(30), 1.33의 굴절률을 가진 플루오리네이티드 에틸렌 프로필렌(FEP) 클래딩(32), 및 클래딩(32)을 둘러싼 외부 환경(34)으로 보내고 있다. 광원(11)은 33.4도의 하프콘 각도(half-cone angle)(각도(36))에 대응하는, 1의 굴절률 및 0.55의 개구수(NA)를 가진 공기 내에 있는 것으로 가정한다. 소스(11)의 NA는 광(11L)이 커플링된 때 코어 상으로의 입사각이고, 이는 각도(37)에 대응한다. 내부 광선(31)은 맨 처음 33.4도의 하프콘 각도로 코어(30)로 들어가고, 그들이 코어(30)로 지나갈 때의 내부 굴절각(39)인 21.2도의 각도로 굴절된다. 그 다음 내부 광(31)은 각도(41)의 각도인 68.8도의 각도로 코어-클래딩 경계(40)를 교차한다. 각도(40)가 코어 및 클래딩 굴절률에 의해 결정된 임계각보다 크기만 하면, 광(31)은 TIR 할 것이고, 광(31)은 클래딩으로 전혀 전달되지 않을 것이다. 이러한 경우(n-코어=1.52 및 n-클래딩=1.33)에, 임계각은 61.0도이다.

[0056] 이러한 광선 추적(trace)은 모든 광이 코어-클래딩 경계에서 TIR 되는 것을 여전히 허용할 최대 소스 NA를 결정하기 위해 임계값으로부터 뒤로 작업될 수 있다. 굴절각(41)이 선택된 코어 및 클레딩에 대한 임계각에 대응하는 61.0도라면, 내부 굴절각(39)은 29도이고, 이는 각도(37)가 47.4도가 되어야 한다는 것을 의미한다. 47.4도로부터, 소스 NA는 0.74인 것으로 계산된다. 그러므로, 시클로 올레핀 폴리머/FEP 조합을 사용한 때, 훨씬 더 높은 NA/효율을 가진 입력 소스가 사용될 수 있다.

[0057] 소스 NA가 도파관으로 연결된 모든 광이 코어-클래딩 경계에서 TIR 되도록 한다면, 광이 클래딩으로 전혀 진행하지 않을 것이고, 환경 굴절률이 도파관 전송에 영향을 주지 않고, 어떠한 광도 클래딩-환경 경계에 도달하지 않는다. 아래의 표 내의 데이터는 시클로 올레핀 폴리머 코어(n=1.52)에 대하여 클래딩 굴절률이 1.0에서 1.46까지 변할 때 코어-클래딩 경계에서의 임계각이 어떻게 변하는지 보여준다. 이는 특히 굴절 구조를 설계할 때 관련 있다. 환경 또는 클레딩을 기초로 미리 임계각을 알게 됨으로써, 이 구조는 조명 도관으로부터 광을 우선

적으로 빼내도록 설계될 수 있다.

클래딩 굴절율	코어-클래딩 임계각(도)
1.00	41.1
1.10	46.4
1.20	52.1
1.30	58.8
1.40	67.1
1.417	68.8
1.42	69.1
1.44	71.3
1.46	73.8

[0058]

[0059] 시클로 올레핀 폴리머와 함께, 클래딩으로서 FEP를 사용한 때, 임계값은 0.55NA로부터의 각도(68.8도)보다 작다. 클래딩이 사용되지 않는다면, 1.417 이상의 굴절률에서, 임계값은 TIR이 유지되지 않기 때문에 누광을 일으키는 입력 각도와 같다. 더욱이, 시클로 올레핀 폴리머 코어와 FEP 클래딩의 조합은 0.55를 초과하는 NA를 가진 입력 소스의 사용을 가능하게 한다. 입력 소스는 더 큰 수용 각도로 인해 소스로부터 더 많은 광의 포착이 가능할 것이고, 일정한 투과 효율을 가정한 조명 도관을 통해 더 많은 광을 제공할 것이다. FEP와 개방 환경의 임계각을 이해함으로써, 구조는 조명 도관으로부터 광을 추출하도록 더욱 정밀하게 설계될 수 있다.

[0060] FEP와 같은 임의의 적절한 클래딩 재료는 FEP의 특성 수축율(characteristic shrink ratio)을 이용하여, 히트건(heat gun) 또는 핫 박스 노즐(hot-box nozzle)로부터의 집중된 열로 오버사이징된 FEP의 수동 또는 반자동 수축 적용과 같은 방법을 통해, 흡입 튜브(12)의 중앙부(12A)에 적용될 수 있다. 중앙부(12A) 또는 임의의 다른 적절한 표면에 클래딩되도록 FEP의 액체 코팅 또는 증기 증착을 적용하는 것과 같은, FEP와 같은 클래딩의 임의의 다른 기술이 사용될 수도 있다. 그 다음, 클래딩(15)을 포함하는 흡입 튜브(12)는 조명 도파관(14)을 (종래의 고체적 주입 몰딩을 통해) 삽입 몰딩시킬 수 있고, 도파관(14)은 내부 전반사를 유지할 수 있을 것이다. 흡입 튜브(12)와 조명 도파관(14) 사이에 클래딩(15)을 사용함으로써, 흡입 튜브가 금속 또는 플라스틱과 같은 임의의 적절한 재료로 만들어지는 것이 가능해진다. 흡입 튜브에 대한 플라스틱 재료의 선택은 흡입 튜브와 도파관의 경계에서 그 차이가 유지되도록, 1.52의 굴절률을 가진 도파관과 함께 사용하기 위해, 그 재료의 굴절률이 1.42 미만이 되도록 해야 한다. 그러나, 플라스틱의 사용은 몰딩 캐비티 내부에 비교적 높은 온도 및 압력을 필요로 하는 주입 몰딩 프로세스를 가진다는 문제점을 만들어낼 수 있다. 대안으로서, 이 디바이스는 조명 도파관(14)이 자신을 통해 뻗은 추가적인 흡입 도관을 가지지 않고 내부 루멘(lumen)을 가지도록 제조될 수 있다. 이러한 접근방법에 의해 부과된 문제점은 생물학적 재료(혈액 등)을 루멘을 통해 빼냄으로써 그리고 이러한 프로시저 동안 조명 도파관 루멘의 내측면과 접촉함으로써 야기되는 잠재적인 광 전송 효율의 손실이다.

[0061] 1.33의 굴절률을 가진 클래딩은 1.52 또는 그 부근의 굴절률을 가진 조명 도파관과 함께 사용될 때 클래딩 두께, 또는 주변 환경의 굴절률에 대하여 광 투과율이 의존하지 않음을 보여준다. 1. 33의 굴절률을 가진 클래딩에 대하여, 조명 도파관에 연결된 광은 코어-클래딩 경계에서의 내부 전반사로 인해 코어 내로 제한된다. 그러므로, 클래딩을 통해 진행하는 광이 존재하지 않으므로, 클래딩-환경 경계 조건을 전송에서 무시할 만한 요인으로 만든다. 1.52의 굴절률을 가진 시클로 올레핀 폴리머 코어와 함께 클래딩 재료로서 사용된 1.33의 굴절률을 가진 테프론 FEP는 3가지 대표적인 시뮬레이션된 수술 환경에서 클래딩 두께에 의존하지 않음을 보여준다.

[0062] 바람직한 실시예가 흡입 튜브 및/또는 도파관 상의 클래딩으로서 히트 슈링크를 사용하지만, 다른 실시예에서, 낮은 굴절률의 폴리머가 도파관 위에 주입 몰딩되거나 또는 형성될 수 있다. 도 17은 그 위에 몰딩된 폴리머(1706)를 가진 조명 도파관(1704)을 도시한다. 이는 폴리머가 도파관으로부터의 광 손실을 최소화하는 것을 가능하게 하고, 또한 폴리머(1706) 케이싱이 흡입 튜브 또는 다른 수술 기기에 부착되어 사용되는 것을 가능하게 한다. 예를 들어, 이 둘은 함께 접착, 용제 접착, 용접 또는 접합될 수 있다. 또 다른 실시예에서, 스냅 또는 다른 연결 메커니즘이 폴리머 및 흡입 튜브에 결합되어 스냅 피팅을 형성할 수 있다. 임의의 개수의 코딩 또는 클래딩이 앞선 실시예에서 또는 본 명세서의 다른 부분에 서술된 임의의 실시예에서 사용될 수 있다. 코팅 또는 클래딩은 내부 전반사를 강화하기 위해 사용될 수 있고, 또는 코팅 또는 클래딩은 광에 원하는 광 특성을 부여하기 위해 사용될 수 있고(예컨대, 수술 부위로 전달되는 광을 편광시키는 것 등), 또는 코팅 또는 클래딩은

도파관에 대한 손상을 방지하기 위한 보호 배리어를 제공하기 위해 사용될 수도 있다. 복수의 코팅 또는 클래딩 층이 사용될 수 있다. 예를 들어, 낮은 굴절률의 코팅 또는 클래딩은 내부 전반사를 돕기 위해 도파관에 적용될 수 있고, 그 다음 보호층이 그 위에 배치되어 도파관에 대한 손상을 최소화하는데 도움을 줄 수 있다.

[0063] 1.46의 굴절률을 가진 재료로 만들어진 조명 도파관은 클래딩 두께는 물론 외부 환경에 대한 광 투과 의존성을 보여주었다. 이는 0.55의 NA에서 조명 도파관으로 광을 주입한 결과이다. 이러한 조건 하에서, 광은 코어-클래딩 경계의 임계각보다 낮은 각도로 코어로 들어가, 클래딩으로 진행하는 광을 야기시킨다. 광이 클래딩을 통해 진행하므로, 클래딩-환경 경계 조건(임계각)은 광 전파에 있어서 하나의 요인이 된다. 클래딩을 통해 진행하는 광으로 인해, 클래딩 두께도 전파에 영향을 주게 되는데, 그 두께가 증가할 수록 광선이 도파관의 길이를 가로지를 때 광선이 경계와 더 적은 횟수만큼 바운스(bounce)된다.

[0064] 그 구조를 가로지르는 광이 굽힘부 또는 반경을 만나지 않는 직선형 도파관 형상이 최대 광 효율을 야기한다. 그러나, 근단부에 부착되는 광섬유 케이블 및 흡입 튜빙과 같은 장치와 관련된 필수 액세서리의 관리 및 호환 가능성 또는 인체공학적 제약으로 인해, 근단부의 광 입력부를 그것이 도파관 구조의 말단의 전송체에 대하여 일정 각도를 이루도록 설계하는 것이 유리할 수도 있다.

[0065] 이제 도 6 및 6a를 참조하면, TIR을 유지하고 흡입 장치(50)의 조명 도파관(51) 내의 전송 효율을 최대로 하기 위해, 광 입력부(54)와 조명 도파관 몸체(55) 사이의 중간 부분(52)은 입력부와 몸체 사이에 각도(53)를 형성하도록 굽혀져야 하는데, 이 각도는 가능하다면 180도에 근접한다. 튜브 내의 거의 임의의 굽힘 또는 반경은 어느 정도의 누광을 야기할 것이다. 그러나, 중앙부(52) 내의 각도(53)가 150도 이상으로 제한되어 있다면, 누광은 매우 작고, 광 전송 효율이 최대로 된다. 각도(53)가 150도 미만인 경우, 누광은 도파관 내에서의 광의 발산을 줄이거나 제어함으로써 또는 임의의 다른 적절한 기술을 이용함으로서 감소될 수 있다.

[0066] 조명 도파관(51)의 형상은 속이 꽉 찬 원통형 입력부 형태에서 도파관 몸체(55)의 원형의 속이 빈 튜브 형상으로 원통형으로 자연스럽게 변하도록(morphs) "이어지거나" 또는 "혼합된다". 도파관 보어(56)는 흡입 튜브(58)와 같은 임의의 적절한 도구를 수용할 수 있다. 적절한 수술 도구는 액세스 개구(59)를 통해 도파관 보어(56)에 접근한다. 상술한 바와 같이, 광은 말단부(60) 또는 그 부근에서 도파관 몸체를 빠져나가는데, 광의 대부분은 말단면(61)을 통해 출사한다. 말단면(61)은 평평할 수도 있고, 또는 임의의 다른 적절한 간단한 또는 복잡한 형상일 수도 있다. 말단면(61)은 광을 추출하고 조명 부위로 보내기 위한 여기 개시된 임의의 표면 피처를 가질 수 있다.

[0067] 조명 도파관(51)의 단면적이 광 전송 경로를 다라 입력부(54)의 섹션(63)에서 말단부(60) 부근의 말단면(67)까지 증가하기 때문에, 조명 도파관의 NA는 증가하여, 광이 조명기의 말단부로부터 출사할 때 광 발산을 증가시킨다. NA는 또한 굽힘부에 의해 영향을 받을 수 있다. NA를 조절하기 위해 반대로 구부리는 것이 가능할 수 있다. 또한, 도파관의 NA를 제어하는 다른 기술은 도파관의 표면에 몰딩 또는 기계 가공 피처를 포함할 수 있다. 상기 서술된 개념은 흡입 튜브(58)와 같은 임의의 적절한 수술 도구 둘레에 오버 몰딩된 2개의 절반부로서 제조될 수 있다. 도 6a-6c는 도 6의 도파관의 다양한 단면을 도시하고, 도 6d는 개구(59)를 둘러싸는 영역을 강조한다. 그러므로, 도 6b의 실시예에서, 흡입 튜브(1610)는 도 16에 도시된 도파관(1602)의 오목한 새들 부(1604) 내에 배치된다. 히트 슈링크 튜빙과 같은 광 클래딩(1606)은 흡입 튜브(1610)의 전체 둘레에 배치되고, 그 다음 히트 슈링크와 같은 다른 광 클래딩 층(1608)이 도파관(1602) 및 흡입 튜브(1610) 모두의 전체 둘레에 배치된다. 흡입 튜브 상의 클래딩의 일부분은 도파관이 흡입 튜브를 둘러싸지 않는 외부 클래딩의 일부분과 접촉한다. 게다가, 이러한 실시예에서, 내부 새들은 제1 곡률 반경을 가지고, 외측면은 상이한 곡률 반경을 가진다(여기서는, 내부 곡률 반경보다 더 크다). 대안의 실시예는 곡률 반경의 다른 조합을 가질 수 있다.

[0068] 이제 도 7을 참조하면, 일회용 조명 도파관(70)이 스탠드 얼론 장치로서 공급될 수 있다. 흡입 도구(71)와 같은 다양한 흡입 장치 또는 다른 적절한 도구는 중앙 보어(72), 조명 도파관의 작업 채널을 통해 삽입될 수 있다. 도파관(70)과 흡입 도구(71)와 같은 수술 도구 사이에 연결이 이루어져, 도파관이 다양한 흡입 장치에 고정될 수 있게 되고, 이는 도파관(70) 및 흡입 도구(71) 모두 단일 유닛처럼 조종될 수 있게 된다. 이러한 개념은 드릴 등과 같은 중앙 보어(72)를 통해 피팅(fit)되는 다른 장치에 적용될 수도 있다. 게다가, 조명 장착된 수술 장치(74)는 흡입 도구(71)와 같은, 중앙 보어(72)로 삽입되는 임의의 수술 도구에 대하여 도파관(70)의 동적 위치조절에 적합하다. 예를 들어, 사용자는 회전(75)과 같이, 흡입 장치를 중심으로 조명기를 회전시킬 수 있고, 뿐만 아니라, 경로(76)를 따라 흡입 튜브의 길이를 따라 조명기를 텔레스코핑(telescope) 할 수 있고, 이러한 프로시저 동안 필요하다면 조명 영역(77)을 위치조절 또는 확대 또는 수축시킨다.

[0069] 대안의 접근법은 도 7의 입력부(78)와 같은 원형 또는 타원형의 속이 꽉 찬 입력부를 나누는 것을 포함하는데,

스플릿 입력부(80)는 입력 광(11L)의 절반이 입력 암(82)의 제1 절반부로 보내지고, 입력 광(11L)의 다른 절반이 입력 암(83)의 제2 절반부로 보내지는, 도 8에 도시된 바와 같이 형성되어 있다. 여기서, 암(82 및 83)은 함께 광섬유 케이블(11C)을 인게이지(engage)하기 위해 입력부(80)와 같은 대체로 직방형인 단면이 된다. 그러나, 입력부(80)는 광의 더 우수한 혼합을 위해 반구형 암, 타원형 또는 복수의 패싯을 통해 원형 단면을 가질 수도 있다. 입력부(78 및 80)는 속이 비거나 튜브형일 수 있고, 하나의 렌즈로서 동작하기 위한 형상일 수도 있고, 또는 복수의 렌즈를 포함할 수도 있다. 이러한 구성은 또한 TIR을 보존하기 위해 각각의 암의 하나 이상의 부분에 전략적으로 적용된 FEP 클래딩을 가질 수 있다. 광 추출 피처, 홀, 또는 다른 적절한 형상의 적절한 기능을 활용하는 것은 FEP 또는 클레딩에 칼집을 내어 TIR 보존 및 디바이스의 특정한 구역으로부터 적절한 누광의 바람직한 밸런스를 가능하게 한다. 도 6, 도 6a-6d, 및 도 7의 실시예에서, 광섬유는 도파관의 입력부에 연결될 수 있고, 이로 인해 외부 광원으로부터의 광이 광원에서 도파관으로 전달될 수 있게 된다. 광섬유는 도파관의 광 입력 부에 탈착 가능하게 연결될 수 있고, 또는 광섬유는 (광섬유와 도파관의 광 입력 부를 오버몰딩함으로써) 도파관의 광 입력 부에 고정 연결되어 그와 일체인 단일 피스일 수 있다. 일체형 광섬유 케이블 또는 탈착 가능하게 연결된 광섬유 케이블은 여기 개시된 임의의 도파관 실시예와 함께 사용될 수 있다. 일체형 광섬유 케이블 또는 탈착형 광섬유 케이블은 또한 여기 개시된 임의의 다른 실시예에 사용될 수도 있다.

[0070] 제조시, 특히 주입 몰딩시, 다양한 인공물이 광학 부품 상에 또는 그 내에 형성될 수 있는데, 이는 광학 부품의 성능을 예측할 수 없게 만든다. 게이트 자국, 주입기 핀 마크, 구분선, 몰디드 인 스트레스(molded-in stress), 및 임의의 굽힘부 또는 날카로운 가장자리는 불규칙적이고 예측할 수 없는 출력 광 패턴을 만들어낼 수 있다. 불규칙한 광 출력 패턴을 보정하기 위해, 도파관의 출사면은 단순하게 거칠게 만들어져, 광 출력을 산란시킬 수 있다. 거칠게 된 출사면은 상당한 효율 손실을 일으키고, 광의 출사각을 증가시킨다. 대안의 접근법은 결함 있는 패턴의 복수의 오버래핑 이미지를 투영하는 패턴을 만드는 것인데, 이는 균일한 조명을 야기함과 동시에 효율 손실 및 출사각을 최소화한다. 이는 도 2의 렌즈 어레이(24)와 같은 출사면 상의 렌즈 어레이를 통해 달성될 수 있다.

[0071] 조명 도파관의 입력부 또는 출력부를 위한 렌즈 어레이의 설계는 렌즈의 초점거리, 어레이 내의 렌즈의 품질, 어레이에 대한 임의의 적절한 패턴, 및 렌즈 간 간격을 고려해야 한다. 렌즈의 렌즈 초점 거리는 발산(diffusion)을 최소화하고 그 어레이의 렌즈의 반경을 최대화하도록 선택될 필요가 있다. 렌즈 직경은 또한 그 렌즈를 만들기 위해 사용되는 도구를 고려하여야 한다. 도구에 의해 생성되거나 남겨진 도구 마크는 렌즈의 직경 중 작은 비율이어야 한다. 이와 유사하게, 렌즈를 너무 작게 만드는 것은 렌즈를 제조하기 어렵고 광 출력을 발산시키는 것을 어렵게 만든다. 렌즈가 너무 크다면, 너무 적은 오버래핑 이미지가 존재할 것이고, 결과적인 광 패턴이 불균일해 질 것이다.

[0072] 비간섭성이고 시준되지 않은 광은 도파관의 기하학적 형상 및 굴절률로 인해 발산(diverge)할 것이고, 렌즈 어레이에 의해 추가되는 임의의 발산이 고려될 필요가 있다. 렌즈로 인한 5 내지 10도의 발산은 도파관의 고유 발산에 근접한 출력 광 발산을 유지하기 위해 선택될 수 있다.

[0073] 렌즈 어레이 패턴이 또한 중요하다. 렌즈 어레이 패턴은 제조 복잡도와 렌즈 간격 사이의 밸런스이다. 육각 렌즈는 최소 렌즈간 간격 및 최소 낭비 공간을 제공하고, 동시에 광 투영 특성을 구형 렌즈와 유사하게 유지한다. 직방형 렌즈 어레이 패턴은 정방형 또는 직방형 스폿 패턴 중에서 바람직한 것이 선택될 수 있다. 이와 유사하게, 직방형 조명 패턴은 렌즈가 형성되어 있는 출사면의 평면 내에서 X 및 Y 차원 간의 렌즈 피치를 변경함으로써 만들어질 수 있다. 예를 들어, 추가적인 마이크로 구조 피처는 조명 패턴의 제어를 최적화하기 위해, 뿐만 아니라 광 출력 필드를 균질화하기 위해 조명 도파관의 말단부에 추가될 수 있다. 전형적으로 회절형이고 마이크로미터 이하의 크기인 방사 방지 피처는 수직 프레넬 반사 손실을 줄이기 위해 조명기의 입사 및 출사면에 추가될 수 있다. 곡선, 굽힘, 및 장착 피처와 같은, 도파관의 피처들은 바람직하지 않은 반사, 누광, 글래어, 및 균일하지 않은 출력 패턴을 야기하여 나쁜 성능을 야기할 수 있다. 조명 도파관의 말단부 상에 또는 그 부근에 굴절성 또는 회절성일 수 있는 마이크로 구조 피처를 추가하는 것은 잠재적으로 더 우수한 광 균일도를 제공할 수 있고, 및/또는 조명 필드의 광 출력을 균일화하기 위해 조명 패턴의 발산 또는 수렴을 바이어싱(bias)할 수 있다. 또한, 피처 또는 도파관의 테이퍼링(tapering)이 조명 출력을 제어하기 위해 조명 도파관의 외측면에 추가될 수 있다. 더욱이, 렌즈(78L)와 같은 마이크로 렌즈 또는 마이크로 패턴 구조가 입력 빔 형상 또는 다른 광 입력 특성을 더 잘 제어하기 위해 입력부(78)오하 같은 조명 도파관 입력부에 추가될 수 있다. 광 입력부 암은 광의 더 우수한 혼합을 제공하기 위해 원형, 정방형일 수도 있고 또는 다중 패싯일 수 있다.

[0074] 도파관은 다양한 형상 또는 단면으로 만들어질 수 있다. 현재 바람직한 단면 형상은 원형, 타원형, 또는 육각형이다. 직방형, 삼각형, 또는 정방형과 같은 다른 단면 형상도 가능하다. 그러나, 도파관의 대체로 균일한

표면, 뿐만 아니라 홀수개의 면은 출력부에서 부수적인 패턴을 야기할 수 있다. 이 패턴은 밝고 어두운 스폿으로 나타날 수 있다. 육각형과 같은 짝수개의 고차 다각형을 닮은 단면이 현재 바람직하다. 단면의 면의 개수가 증가할수록, 이러한 단면은 원에 근접할 것이고, 이러한 장치 설계는 잠재적으로 제조 프로세스(예컨대, 주입 몰딩)를 복잡하게 하여, 비용을 증가시킨다.

[0075] 조명기는 광기 입력부로부터 추출 존으로 진행할 때 그 단면을 증가 또는 감소시키도록 테이퍼링될 수 있다. 테이퍼링은 NA를 바이어싱하여 더 좁은 출력 스폿(출구에서 증가된 면적에 대하여), 또는 더 큰 확산 스폿(감소된 출사면 면적, TIR 파괴) 중 하나를 일으킨다.

[0076] 조명 장착된 흡입 장치에 대하여, 다양한 수술 애플리케이션에서, 장치 둘레에 원주형 조명에 대한 필요성이 존재한다. 이 조명은 균일한 원둘레이고, 대부분의 조명이 리트랙터(retractor)에 대하여 앞쪽으로 축을 벗어난 방향으로 전달될 필요가 있다.

[0077] 이제 도 9 및 도 10을 참조하면, 조명 장착된 흡입 장치(90)의 핸들(93)은 도파관(94) 둘레의 에어 갭(91)(n=1.0)의 생성을 통해 조명 도파관(94) 내의 TIR을 보존하기 위해 사용될 수 있다. 이러한 핸들 구조의 설계는 바람직한 에어 갭을 생성하기 위해 도파관(94)의 길이 전체 또는 일부분을 덮는 부분을 포함할 수 있다. 스탠드오프(93X)와 같은 피처는 조명기와 접촉하는 핸들의 표면에 몰딩될 수 있고, 컴포넌트들 간에 갭을 생성하고 접촉 지점을 통한 누광을 최소화하기 위해 광학적 데드존(TIR이 없거나 적게 존재하는 구역) 내에 위치할 필요가 있다. 유사한 구성이 흡입 튜브(92)와 조명 도파관(94) 사이에 형성될 수 있고, 에어 갭(95)은 조명기의 ID와 흡입 튜브의 OD 사이의 설계 허용공차를 기초로 하여 스탠드오프 없이, 또는 스탠드오프(92X) 또는 스탠드오프(94X)와 같은 하나 이상의 스탠드오프 또는 임의의 적절한 조합을 가지도록 형성될 수 있다. 핸들/도파관 및/또는 도파관/흡입 튜브 사이의 에어 갭은 여기 개시된 임의의 조명 장착된 흡입 장치 실시예에서 사용될 수 있다.

[0078] 조명 도파관(94)으로부터의 광 출력의 발산은 말단 케이싱(96)의 일부분 또는 전체가 조명기 상의 축(97)을 따라 미끄러지는 것을 허용함으로써 제어될 수 있다. 사용자는 발산각을 줄이고 광(99L)의 발산을 줄이기 위해 조명 도파관(94) 상에서 튜브를 아래로 미끄러지게 할 수 있다.

[0079] 이제 도 11을 참조하면, 핸들(93)의 설계는 흡입 흐름 제어 홀(H)이 인체공학적으로 선호하는 위치에 있는 사용자에게 제공되도록, 흡입 채널 및 솔리드 스테이트 조명기의 적절한 라우팅 및 터미네이션(termination)을 수용해야 한다. 이러한 방식을 기초로, 사용자는 환자로부터 배출되는 재료의 흐름 패턴 및 조명 장착된 흡입 장치를 잡고 조종할 것으로 기대되고, 홀(H)은 근단 핸들의 상면(98)에 또는 그 부근에 제공될 수 있다. 이는 상부(93T) 및 하부(93B)와 같은 적어도 두 부분을 가지도록 핸들(93)을 형성함으로써 달성될 수 있다. 조명 도파관(94)에 대한 실드 및 근단 터미너스를 제공함과 더불어, 핸들 상부(93T)는 또한 흡입 흐름 제어 홀(H)을 포함한다. 흡입 흐름 제어는 또한 제어된 조절 가능한 흡입이 가능한 밸브 또는 다른 유사한 장치에 의해 제공될 수도 있다. 핸들 상부 및 하부는 밀봉되며, 하부(93B)는 흡입 튜브(92)의 근단 터미네이션(92P)과 통해 있는 챔버를 생성한다. 배출되는 찌꺼기는 챔버(100)의 형상 및 흐름 제어 홀(H)로 이어진 통로를 기초로 진공 튜브 도관(93P)을 통해 흘러 홀(H)로 빠져나오는 것이 방지될 수 있다. 대안으로서, 필터(102)와 같은 "스트레이너" 또는 "필터"는 임의의 고체 또는 액체 찌꺼기를 포획하기 위해 핸들(93)에 포함될 수 있고, 이는 찌꺼기가 홀(H)을 통해 나오는 것을 방지한다. 핸들(93) 내의 피처들은 또한 사용자가 임의의 수집된 찌꺼기를 청소하기 위해 상부 및 하부를 조립해제하는 것을 가능하게 한다. 이러한 흡입 제어 메커니즘은 여기 개시된 임의의 실시예에서 사용될 수 있다.

[0080] 그러므로, 제공된 개념들이 전적으로 일회용인 비모듈형(non-modular) 장치로 집중되어 있으나, 아래를 포함하는 대안의 아키텍처가 가능하다.

[0081] a. "퀵-커넥트(quick-connect)" 부착 및 탈착 스킴을 통해 일회용 장치와 통합되는 일회용 흡입 팁(양캐어(yankaeur)와 같은 다양한 프렌치 사이즈 및 스타일 등))

[0082] b. 광 도파관 시쓰 내에 넣어진, 또는 그에 의해 둘러싸여지거나 에워싸여진, 예컨대, 드릴, 버(burr), 또는 내시경과 같은 임의의 적절한 수술기기를 수용할 수 있는 도파관 시쓰와 같은 일회용 조명 시쓰. 조명 시쓰는 유연한 실리콘과 같은 다양한 재료일 수 있다.

[0083] c. 전통적인 광섬유 다발을 담고 있는 재사용 가능한 근단 조명기와 통합될 수도 있는 일회용 말단 흡입 팁 또는 다른 기구(신경 프로브 등). 이는 언플러그 케이블에 대한 필요성 없이 신속한 팁 스타일 교환을 가능하게 할 것이다. 이러한 접근은 또한 포집된 배출 재료의 막힘을 방지하는 수단을 제공한다.

[0084] d. 제거 가능한 1회 사용 조명기/흡입 튜브를 갖춘 재사용 가능한 근단 핸들. 언플러그 케이블에 대한 필요없이 장치의 간단한 교체가 가능하다.

[0085] 이제 도 12를 참조하면, 흡입 루멘(108)은 조명 장착된 흡입 장치(111)에서 볼 수 있듯이, 도파관(110)과 같이 조명기 둘레에 형성될 수 있는 흡입 엘리먼트(109) 내에 형성될 수 있다. 이러한 구성은 출력 광(112)이 조명기에 동축인 중앙 조명 튜브를 가짐으로써 초래되는 그림자 없이 도파관(110)과 같은 원통형 소스로부터 출사하는 것을 가능하게 할 것이다.

[0086] 조명기를 통한 흡입 도관의 라우팅은 조명 출력을 최적화하고 인체공학적 고려를 밸런싱하기 위해 변경될 수 있다.

[0087] 이제 도 13을 참조하면, 조명 장착된 흡입 장치(116)는 흡입 튜브(118)가 일정 각도(121)를 이루도록 조명 도파관(120)을 통해 전략적으로 라우팅될 수 있도록 구성되어, (1) 근단 노출 단부(118P)가 장치의 최상부에 있어 흡입 제어 기능이 사용자에 의해 더 쉽게 접근될 수 있게 되고, 그리고 (2) 흡입 튜브의 말단부(118D)가 조명 출력부(122) 아래쪽에서 장치의 바닥부로부터 드러나, 흡입 튜브 위쪽에서부터 수술 부위의 최적화된 조명을 제공할 수 있게 된다. 이러한 구성에서, 흡입 튜브는 광을 더 철저하게 혼합하는 반사면을 도입함으로써 조명 도파관을 통한 광 전송 경로를 변경한다. 고반사율 코팅, 에어 갭 및 클래딩(123)과 같은 클래딩을 사용함으로써 효율을 유지하는 것이 가능하다. 그러나, 흡입 튜브의 추가된 반사면은 NA 증가를 야기할 수 있다.

[0088] 조명 장착된 흡입 장치(116)와 같은 회전 대칭인 조명 장착된 흡입 장치는 도파관의 말단면으로부터 돌출한 흡입 튜브로 인한 그림자를 줄이도록 하는 흡입 튜브의 전략적 위치조절을 통해 원둘레의 균일한 광 출력을 산출한다. 조명 도파관을 가로지르는 광은 이차적인 반사면을 가져서 광 출력 패턴을 넓게 만든다는 문제점을 가질 수 있다. 조명 장착된 흡입 장치(116)는 또한 매우 큰 NA를 가질 것으로 기대된다.

[0089] 상기 개시된 도파관과 같은 조명 도파관은 실리콘과 같은 재료로 가단성으로 만들어질 수 있다. 이는 흡입 튜브와 같은 기기를 "풀오버(pull over)"하기 위해 사용될 수 있다. 조명 도파관은 실리콘과 같은 가단성 재료로 만들어질 수 있어 도파관이 단단한 흡입 튜브로부터 한쪽으로 붙여질 수 있고, 이는 잠재적으로 비용을 낮춘다. 대안으로서, 가단성 조명 도파관 재료는 변형 가능한 흡입 튜브 구조, 또는 선택적인 강도 부재(빔 등) 위에 형성될 수 있다. 이는 임상응용에 적합한 다양한 원하는 형상으로 흡입 튜브의 동적 성형을 가능하게 한다.

[0090] 조명 도파관은 광 출력을 성형 및 제어하기 위해 "적층" 또는 "합성" 구조로 다양한 인덱스의 재료로 제조될 수 있다.

[0091] 대안의 접근법은 원형 또는 타원형 단면을 가진 솔리드 광 입력부를 가진 조명 도파관을 분할하는 단계 및 도파관을 원래의 시작 형상으로 재결합하는 단계를 포함한다. 조명 도파관은 내부 흡입 튜브 위에 몰딩될 수 있다. 대안으로서, 이러한 구성의 흡입 튜브는 분할된 조명기 형상과 나란하게 뻗을 수 있다.

[0092] 단면적이 유지된다면(즉, 분할된 양측상의 근단부 및 말단부가 동일한 단면적을 가진다면), 도파관의 중간 형상이 조종될 수 있다. 상기 나열된 구성에서, 유의미한 효율 손실 또는 NA 변화가 없어야 한다. 그러므로, 입력 및 출력 광 패턴은 형상 및 강도에서 매우 유사해야 한다.

[0093] 도 29는 조명 장착된 흡입 장치(2902)의 또 다른 실시예를 도시한다. 흡입 장치(2902)는 흡입 튜브 및 도파관 둘다로 기능하는 하나의 몰딩된 피스(2904)이다. 몰딩된 피스(2904)는 몰딩된 피스(2904)를 통해 뻗은 루멘(2906)을 가진 기다란 튜브형 구조이다. 그러므로, 몰딩된 피스(2904)는 내부 전반사에 의해 광을 말단으로 전달하기 위한 도파관으로서 사용될 수 있고, 루멘(2906)은 수술부위로부터 유체 및 다른 찌꺼기를 제거하기 위한 흡입 튜브로서 사용될 수 있다. 말단면(2910)을 빠져나오는 광은 수술 부위를 조명하고, 루멘의 말단부(2912)는 흡입 유체 및 찌꺼기를 흡입하는데 사용된다. 루멘의 말단부(2912) 및 말단면(2910)은 또한 서로 오프셋될 수 있고, 바람직한 실시예에서는, 말단면(2910)이 루멘의 말단부(2912)보다 더 근단쪽에 위치한다. 표준 커넥터 및 피팅을 이용하여 루멘(2906)에 진공이 가해지고, 당업계에 공지된 기술을 이용하여 도파관으로 광이 입력될 수 있다. 이 실시예는 흡입 장치가 단일 피스로 몰딩되는 것을 가능하게 하여 별도의 흡입 튜브를 필요로 하지 않는다는 것과 같은 확실한 장점을 가진다.

[0094] 도 18a-18b는 조명 장착된 흡입 장치(1802)의 다른 예시적인 실시예를 도시한다. 장치(1802)는 옵션의 피스톨 그립 핸들(1804), 우측 및 좌측 핸들부(1806a, 1806b)로 형성된 메인 핸들(1806), 흡입 튜브(1816), 광(1818)을 방출하는 (도 18b에 가장 잘 도시된) 비광섬유 광 도파관 또는 조명기(1820), 광 클래딩(1812), 광 커넥터(1810), 및 진공 피팅(1808)을 포함한다. 도 18b는 조명 장착된 흡입 장치(1802)의 분해도를 도시한다.

[0095] 흡입 튜브 팁의 일부 또는 전부는 모듈화되어, 흡입 팁이 장치로부터 쉽게 제거될 수 있고, 처리되는 해부학적 구조 또는 애플리케이션(예컨대, 오직 흡입만, 전기적 자극과 흡입 등)에 따라 다른 흡입 팁으로 대체될 수 있다. 그러므로, 다양한 낮은 프로파일 팁이 조명 장착된 흡입 장치에 제공될 수 있다. 이 팁들은 바요넷(bayonet) 피팅, 나사형 피팅, 스냅 핏, 디텐트(detent) 메커니즘 등과 같은 임의의 개수의 퀵 릴리즈(quick release) 메커니즘을 이용하여 장치의 나머지 부분에 분리 가능하게 연결될 수 있다.

[0096] 도 19a는 도 18a-18b의 조명 장착된 흡입 장치(1802)의 투시도를 도시한다. 흡입 튜브(1816)의 말단부는 사용하는 동안 조직에 외상 발생을 방지하는 것을 돕기 위해 더 크거나 둥글 납작한 헤드부(1824)를 가진다. 더불어, 흡입 홀(1826)은 흡입 튜브(1816)의 외측면 둘레에 원주방향으로 배치될 수 있다. 흡입 튜브의 말단부는 또한 수술 부위로부터 혈액 또는 다른 유체 및 찌꺼기를 흡입하기 위한 흡입 홀(1828)을 가질 수 있다. 광 도파관의 말단 팁은 광을 추출하여 수술 부위로 보내기 위한 표면 피처를 포함할 수 있다. 본 실시예에서, 표면 피처는 앞서 이미 서술한 것과 같은 하나의 어레이의 렌즈를 형성한다. 여기 서술된 임의의 표면 피처는 광을 추출하여 수술 부위로 보내기 위해 광 도파관의 말단부의 외측면 상에 또는 말단 팁 상에 사용될 수 있다. 몇몇 실시예에서, 프리즘, 패싯, 렌즈 또는 다른 추출 피처와 같은 추출 피처를 도파관의 외측면 상에 가질 수 있는데, 이로써 광은 도파관의 외측면으로부터 추출되고 도파관의 외측면으로부터 방사상 바깥쪽으로 원둘레 방향으로 보내진다. 도파관은 광이 새어나가는 것을 방지하기 위해 광학 재료 층으로 코팅 또는 클래딩될 수 있다. 예시적인 클래딩은 낮을 굴절률의 열수축 재료이다. 아래에 서술된 바와 같이 공기가 사용될 수도 있다. 도 19a는 또한 흡입 튜브(1816)가 진공 소스에 유체 연결될 수 있게 하는, 표준 바브드 피팅, 퀵 디스커넥트(quick disconnect) 또는 당업계에 공지된 다른 피팅일 수 있는 진공 피팅(1808)을 도시한다. 광 피팅(1810)은 광 도파관이 외부 광원에 광학적으로 연결되는 것을 가능하게 하는 ACMI 커플러와 같은 임의의 표준 광 피팅일 수 있다. 다른 실시예에서, 광 피팅(1810)은 사용되지 않을 수 있고, 광원은 핸들(1806) 내에 배치되거나 조명 장착된 흡입 장치(1802)에 연결되어 있는 LED 또는 다른 광원을 포함할 수 있다. 또 다른 대안의 실시예에서, LED와 같은 광원은 광 도파관의 말단 팁 부근에 배치될 수 있다.

[0097] 도 19b는 앞선 실시예와 유사하지만, 흡입 튜브의 말단부(1816)가 흡입 튜브의 말단부 상에 위스크형(whisk-like) 바스켓을 형성하는 방사상으로 뻗은 핀(1830)을 포함한다는 큰 차이점을 가지는 조명 장착된 흡입 장치(1802)의 대안의 실시예를 도시한다. 바스켓 내의 핀은 조직이 흡입 홀(1826)로 빨려 들어가 막히게 되는 것을 방지한다. 이 핀은 흡입 튜브에 고정될 수도 있고, 또는 핀은 조절 가능한 크기로 방사상으로 확장 가능할 수도 있다. 몇몇 실시예에서, 이들 핀은 도전성이고, 일부 또는 모든 핀은 또한 조직을 전기적으로 자극하기 위한 전극으로서 역할 할 수도 있다.

[0098] 도 19c는 도 19b의 라인 C-C를 따라 취해진 단면도를 도시한다. 이는 렌즈 부근의 조명 장착된 흡입 장치의 말단부 및 광 도파관의 말단 팁을 도시한다. 광 도파관(1820)은 흡입 튜브(1816)의 외측면과 일치하는 형상의 오목한 내측면을 가지는 C자 형상의 구조를 형성하여, 이 오목한 부분은 그 조립체의 프로파일을 최소화하기 위해 흡입 튜브(1816)를 수용하는 새들(saddle)을 형성한다. 게다가, 광 도파관은 바깥쪽으로 치솟아 있고, 적어도 부분적으로, 또는 완전히 흡입 튜브의 바깥 둘레에 감겨져, 광 도파관으로부터 방출되는 광은 흡입 튜브 둘레의 영역을 원둘레 형태로 조명할 것이다. 그러므로, 도파관은 변하는, 여기서는 증가하는, 단면적을 가질 수 있지만, 다른 실시예에서 단면적은 감소될 수도 있고, 또는 일정하게 유지될 수도 있다. 클래들(1814)은 또한 광 도파관과 흡입 튜브 사이의 직접 접촉을 방지하거나 최소화하기 위해 광 도파관과 접촉하는 렛지(ledge)를 가진다. 바람직하게는, 그 사이에 에어 갭이 배치된다. 이 에어 갭은 광 도파관을 통과하는 광의 내부 전반사를 촉진하는 것을 돕는다. 광 도파관과 흡입 튜브와 같은 인접한 구조와의 접촉은 광 도파관의 전송 효율을 감소시키는 광 손실을 야기한다. 게다가, 외부 실드 또는 클래딩(1812)은 그 사이에 에어 갭을 형성함으로써 외부 클래딩과 광 도파관 사이의 직접 접촉을 최소화 또는 방지하기 위해 크래들 상의 렛지와 접촉한다. 몇몇 실시예에서, 혈액 또는 다른 유체가 에어 갭을 따라 흡입 장치로 빨려들어가는(wicking) 것을 방지하는 장벽을 제공하는 것이 바람직할 수 있다. 이 장벽은 도파관과 흡입 튜브 사이 또는 도파관과 외부 실드 사이와 같은 유체가 흐를 수 있는 갭이 존재하는 어디에든 배치되는 O-링, 접착제, 또는 임의의 다른 재료일 수 있다. 이 장벽은 유체가 빨려들어가는 것을 방지하기 위해 말단 팁 또는 더 근단쪽과 같은, 장치를 따른 임의의 위치에 설치될 수 있다. 외부 클래딩은 혈액 또는 다른 유체 및 찌꺼기가 광 도파관과 접촉하는 것을 방지하기 위해 광 도파관 위에 설치되는 몰딩된 기다란 캡 엘리먼트인 것이 바람직하다. 이것은 낮은 굴절률을 가진 폴리머로 만들어지는 것이 바람직하다. 1의 굴절률(공기의 굴절률)에 근접할수록 더 좋다. 몇몇 실시예에서, 이 캡은 광 도파관과 직접 접촉할 수 있고, 캡의 굴절률로 인해 광 손실이 최소화된다. 또 다른 실시예에서, 캡을 대신하여, 에어 클래딩 층만이 도파관의 외측면 상에 배치된다.

[0099] 도 19d는 도 19b의 라인 D-D를 따라 취해진 조명 장착된 흡입 장치(1802)의 단면을 도시한다. 이는 도 19c 보다 더 근단쪽에 있고 핸들(1806)에 더 가까운 조명 장착된 흡입 장치의 일부분을 도시한다. 이것은 광 도파관(1820)이 원통형임을 보여준다. 그러므로, 광 도파관이 근단부에서부터 말단부를 향해 갈수록 변하는 단면을 가진다는 것이 명확해진다. 이 실시예에서, 그것은 둥근 원통형 부분에서 넓적한 C자형 말단부로 변한다. 또한, 두께가 광 도파관을 따라 말단쪽으로 감소함이 명확하다. 도 19d는 또한 점접촉(1904) 또는 최소 접촉 면적으로 광 도파관(1820)과 접촉하는 코너를 가진 채널(1902)을 가진 크래들(1814)을 도시한다.

[0100] 도 20a-20c는 도 19b의 조명 장착된 흡입 장치(1802)의 다양한 부분 단면을 도시한다. 도 20a에서, 핸들(1806)의 일부분은 핸들부 내의 광 도파관(1822)을 둘러싸는 에어 갭(2002)은 물론, 광 도파관이 광 피팅(1810), 여기서는 ACMI 어댑터)로 들어갈 때 광 도파관 둘레에 원주 방향으로 배치된 에어 갭(2004)을 도시하기 위해 제거되었다. 핸들 내의 립으로부터 형성된 스탠드 오프(2006)는 광 도파관 과 최소한으로 접촉하고, 에어 갭이 유지될 수 있도록 광 도파관에 대한 지지를 제공하는 것을 돕는다. 도 20b는 도 20a의 라인 B-B를 따라 취해진 부분 단면을 도시하고, 광 도파관(1820)을 둘러싸는 에어 갭(2002, 2004)을 더 분명하게 도시한다. 게다가, 크래들(1814) 내의 립(1008)은 또한 광 도파관(1820)과 흡입 튜브(1816) 사이에 에어 갭(2010)을 유지하는 것을 돕는 스탠드오프를 형성한다. 도 20c는 클래딩 층(1812)이 제거된 조명 장착된 흡입 장치(1802)의 부분 단면을 도시한다.

[0101] 도 21은 클래딩 및 광 도파관이 제거된 도 19b의 실시예의 투시도를 도시한다. 이 도면은 흡입 튜브(1816)의 근단부를 완전히 둘러싸고 그 말단부를 향해 갈수록 흡입 튜브를 부분적으로만 둘러싸는 크래들(1814)를 강조한다. 게다가, 렛지 또는 선반(2102)은 광 도파관을 지지하는 스탠드오프를 형성하여, 광 도파관을 둘러싸는 에어 갭을 제공하는 것을 돕는다.

[0102] 도 22는 도 19b의 실시예의 크래들(1814) 내에 배치된 흡입 튜브(1816)를 도시한다. 이는 광 도파관을 지지하는 렛지(2102)를 더 분명하게 도시한다. 도 23은 흡입 튜브(1816)를 도시한다. 이것은 핸들이 오퍼레이터의 손에 편안하게 맞으면서도 팁이 수술 부위로 용이하게 삽입될 수 있도록 성형된 구부러진 말단부를 가진다. 처리되는 조직에 따라 흡입 튜브에 대하여 임의의 형상이 사용될 수 있다. 본 실시예 및 형상은 일반적인 수술 프로시저는 물론 다른 프로시저에서도 사용될 수 있다. 또 다른 실시예에서, 흡입 튜브는 가단성 재료로 형성될 수 있고, 이로 인해 오퍼레이터는 흡입 튜브를 임의의 원하는 형상으로 구부릴 수 있다. 또 다른 실시예에서, 흡입 튜브는 도전성일 수 있고, 수술 부위 내의 조직에 전류를 전달하기 위한 전극으로서 역할 할 수 있다. 또 다른 실시예에서, 전극은 흡입 튜브에 연결될 수 있다. 아래에 서술된 임의의 전극 구성이 이 실시예에서 사용될 수 있다. 게다가, 흡입 튜브는 흡입 튜브의 원치 않는 부분으로 전류가 흐르는 것을 방지하기 위해 절연층으로 코팅되거나 덮일 수 있다. 도 24는 클래딩(1812)을 도시한다. 앞서 서술한 바와 같이, 이것은 C자형 컴포넌트로 형성된 외측면(2402)을 가지는 주입 몰딩된 기다란 폴리머 엘리먼트인 것이 바람직하고, 가장자리(2406)가 그 사이의 접촉을 최소화하기 위해 크래들 상의 스탠드오프와 접촉하도록 놓여질 수 있다. 게다가, 오목부(2404)는 그 사이의 에어 갭을 유지하면서 광 도파관을 매칭 및 수용하기 위한 크기 및 형상일 수 있고, 바람직하다면, 또는 클래딩은 직접 광 도파관과 접촉할 수 있다. 바람직한 실시예는 두 컴포넌트가 서로 접촉하는 경우에 클래딩과 광 도파관 사이의 광 손실을 방지 또는 최소화하기 위해 낮은 굴절률을 가진 재료로 만들어진다.

[0103] 도 25는 여기 서술된 임의의 조명 장착된 흡입 실시예와 함께 사용될 수 있는 예시적인 광 커플링(1810)을 도시한다. 이것은 다른 ACMI 광 커플링과 부합하는 것이 바람직하다. 외측면(2502)은 외부 광원과 광학적으로 연결될 수 있다. 내부 채널(2504)은 광 도파관을 수용하기 위한 크기이다. 립(2506)은 커넥터와 도파관 사이의 접촉을 최소화하기 위해 내부 채널에 배치될 수 있고, 이로 인해 광 손실을 최소화하는 것을 돕는 에어 갭이 광 도파관 둘레에 형성되는 것이 가능해진다.

[0104] 도 26a-26b는 핸들(1806)의 우측 절반부(2602a) 및 좌측 절반부(2602b)를 도시한다. 외측면은 오퍼레이터가 핸들을 쉽게 잡을 수 있도록 텍스쳐드(textured) 일 수 있다. 게다가, 핸들(1806)은 메인 핸들과 옵션의 피스톨 그립 핸들을 분리가능하게 또는 고정적으로 연결하기 위한 스냅 피팅 또는 다른 메커니즘과 같은 인게이지먼트 메커니즘(2604)을 가질 수 있다. 도 27은 메인 핸들(1806)을 수용하기 위한 중앙 채널(2704)을 가진 옵션의 피스톨 그립 핸들(1804)을 도시한다. 협력하는 스냅 또는 다른 인게이지먼트 메커니즘(2702)은 메인 핸들과 피스톨 그립 핸들을 분리 가능하게 또는 고정적으로 인게이징하기 위해 피스톨 그립 상에 배치될 수 있다. 피스톨 그립은 오퍼레이터에 의한 잡기를 용이하게 하기 위해 택스처링 또는 다른 표면 피처(2706)를 가질 수 있다.

[0105] 여기 개시된 임의의 실시예에서, 광 입력부는 다수의 기술을 이용하여 광 도파관의 근단부에 연결될 수 있다.

예를 들어, 도 28a에서, 광 입력부는 도파관(2804a) 내의 리셉터클(2806a) 내에 수용되어 있는 단일 광 파이프(2802a)일 수 있다. 광 파이프(2802a)는 그 다음 굴절률 매칭 광 접착제를 이용하여 위치 고정될 수 있다. 다른 실시예에서, 도파관은 광 파이프 둘레에 오버몰딩되어, 단일 통합 피스를 형성할 수 있다. 도 28b에서, 광 입력부(2802b)는 도파관(2804b)의 리셉터클(2806b) 내에 수용된 광섬유 다발(2808b)일 수 있다. 광섬유들은 앞서 서술한 바와 같이 결합될 수도 있고, 또는 오버몰딩 공정이 사용될 수도 있다. 이러한 광 입력부는 피그테일(pigtail)이라고도 불린다.

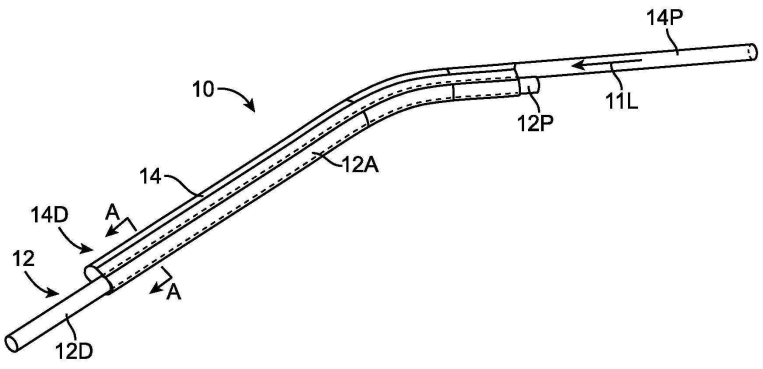
[0106] 도 28c는 광 도파관(2804c)의 폭과 일치하도록 밖으로 퍼진(2810c) 단일 광학적 광 파이프(2802c)를 도시한다. 이는 도파관의 폭을 따라 광을 분산시키는데 도움을 주고, 그로 인해 광을 더 균일하게 분산시킨다. 도 28d는 단일 광 파이프 대신 입력부(2802d)에 광섬유 다발(2808d)을 사용하는 유사한 실시예를 도시한다. 광섬유는 광 도파관(2804)의 폭과 일치하도록 밖으로 퍼져 있다(2810d). 임의의 이러한 실시예에서, 본딩, 오버몰딩, 또는 다른 당업계에 공지된 기술이 광 입력부를 도파관에 연결하기 위해 사용될 수 있다.

[0107] 도 31a-31b는 가단성이고 조명 장착된 흡입 장치의 또 다른 예시적인 실시예를 도시한다. 이 흡입 장치는 대체로 임의의 앞서 서술한 흡입 튜브와 동일한 형태를 취하는 흡입 튜브(3106)를 가질 수 있다. 그러나, 이 실시예에서, 흡입 튜브(3106)는 가단성이고, 그러므로 흡입 튜브는 수술 부위 내의 원하는 위치로 흡입을 전달하기 위해 임의의 방향으로 구부러질 수 있다. 게다가, 이 흡입 튜브가 전극으로서 역할 하거나, 흡입 튜브 상에 배치된 전극을 가진다면, 흡입 튜브를 구부리는 것이 수술 부위 내의 원하는 위치에 전류를 보내는 것을 돕는다. 임의의 앞서 서술한 도파관의 형태를 취할 수 있는 도파관(3102)은 흡입 튜브에 연결될 수 있다. 유연한 광 입력부(3104)는 도파관에 연결될 수 있다. 유연한 입력부(3104)는 앞서 서술한 피그테일을 포함하여, 임의의 앞서 서술한 광 입력부의 형태를 취할 수 있다. 도 31a에서, 흡입 튜브(3106)는 실질적으로 선형 구성이다. 도 31b에서, 흡입 튜브의 말단부는 곡선형 팁을 형성하도록 아래로 휘어져 있다. 도파관은 흡입 튜브와 함께 구부러지고, 이와 유사하게 광 입력부 또한 흡입 튜브와 함께 구부러진다. 그러므로, 흡입 튜브는 도파관 또는 광 입력 케이블의 재조정을 필요로 하지 않으면서 임의의 방향으로 구부러질 수 있다. 몇몇 실시예에서, 흡입 튜브의 일부분은 그것이 구부러지는 것을 방지하기 위해 강성일 수 있고, 다른 부분들은 구부러짐 가능할 수 있다. 예를 들어, 말단부는 구부러짐 가능할 수 있고, 근단부는 강성을 유지할 수 있다. 구부러짐 가능한 부분은 다른 자세로 조종되기 전까지 그 구부러진 자세를 유지하는 것이 바람직하다.

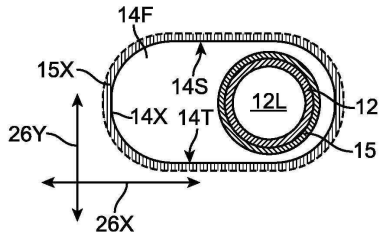
[0108] 본 발명의 바람직한 실시예들이 여기 도시되고 서술되어 있으나, 이러한 실시예들은 단지 예시로 제공된 것임이 당업자들에게 명백할 것이다. 본 발명을 벗어나지 않은 다양한 수정, 변형, 및 치환이 현재 당업자들에게 발생할 수 있을 것이다. 예를 들어, 조명 장착된 흡입 장치의 하나의 실시예에 개시된 임의의 특징들은 본 명세서에 개시된 조명 장착된 흡입 장치의 임의의 다른 실시예에도 사용될 수 있다. 본 명세서에 개시된 본 발명의 실시예에 대한 다양한 대안들이 본 발명을 실시하기 위해 채용될 수 있음을 이해해야 한다. 아래의 청구항이 본 발명의 범위를 정하도록 의도되었고, 이들 청구항의 범위 내의 방법 및 구조 및 그 동등물등이 청구항에 의해 커버된다.

도면

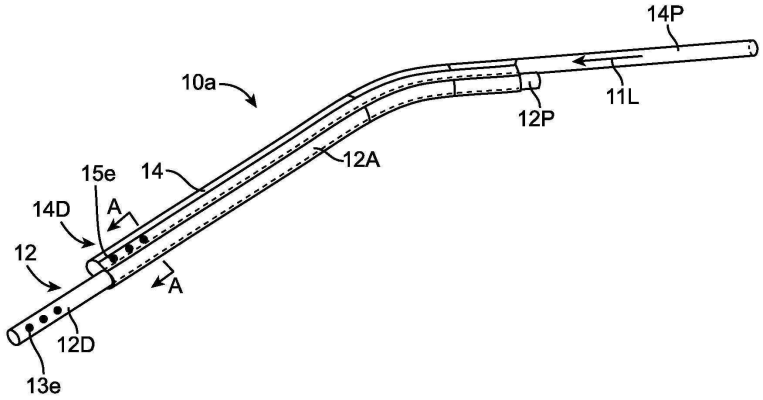
도면1



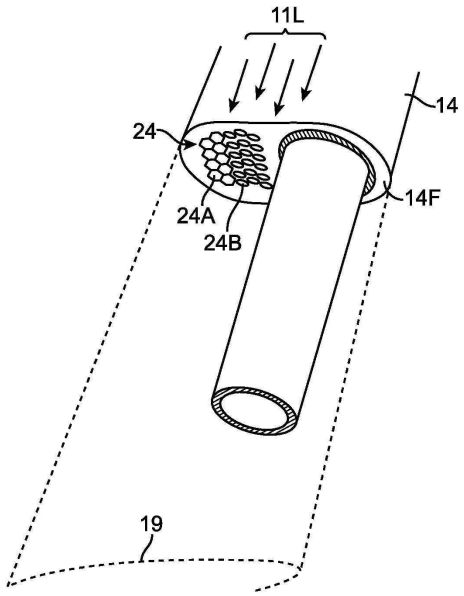
도면1a



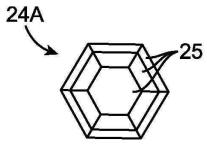
도면1b



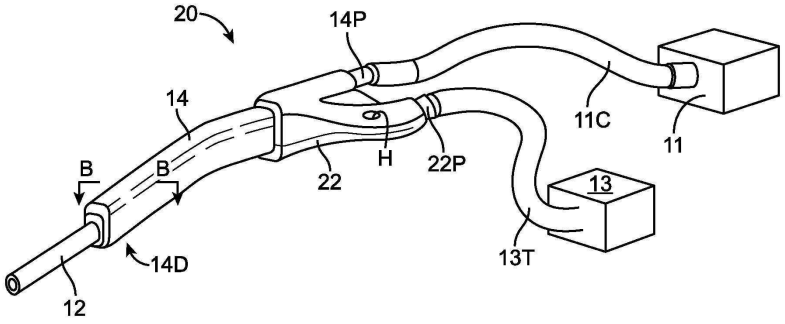
도면2



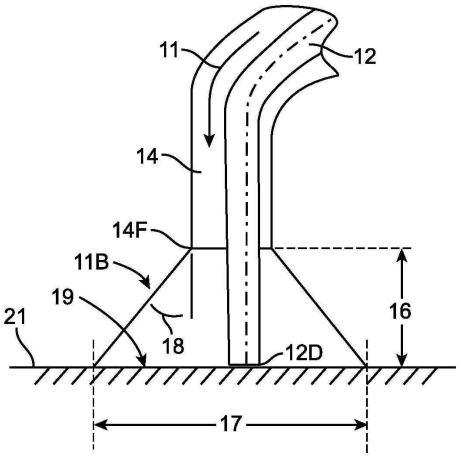
도면2a


24A
25

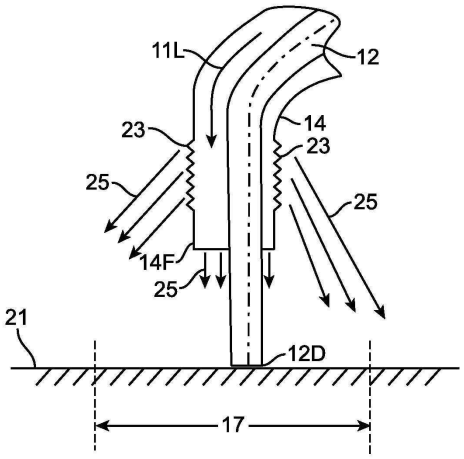
도면3


20
14P
14
11C
11
B
B
H
22P
22
13
13T
14D
12

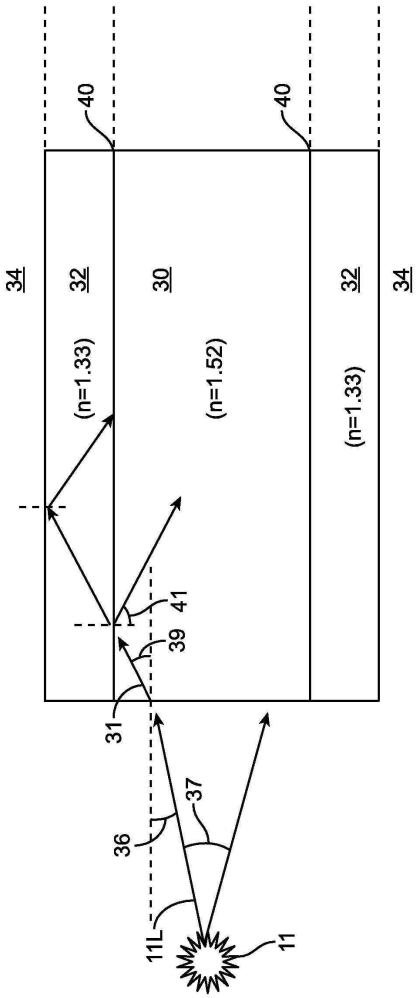
도면4


11
12
14
14F
11B
19
21
18
12D
16
17

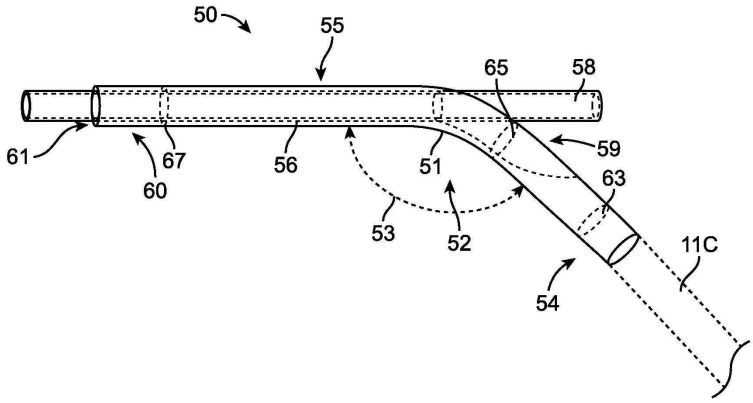
도면4a


11L
12
23
14
23
25
25
14F
25
21
12D
17

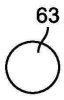
도면5


40
40
34
32
30
32
34
(n=1.33)
(n=1.52)
(n=1.33)
41
39
31
37
36
11L
11

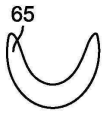
도면6



도면6a

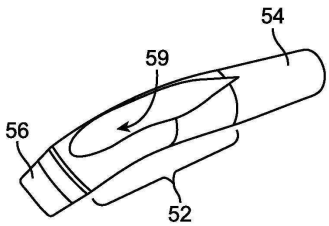


도면6b

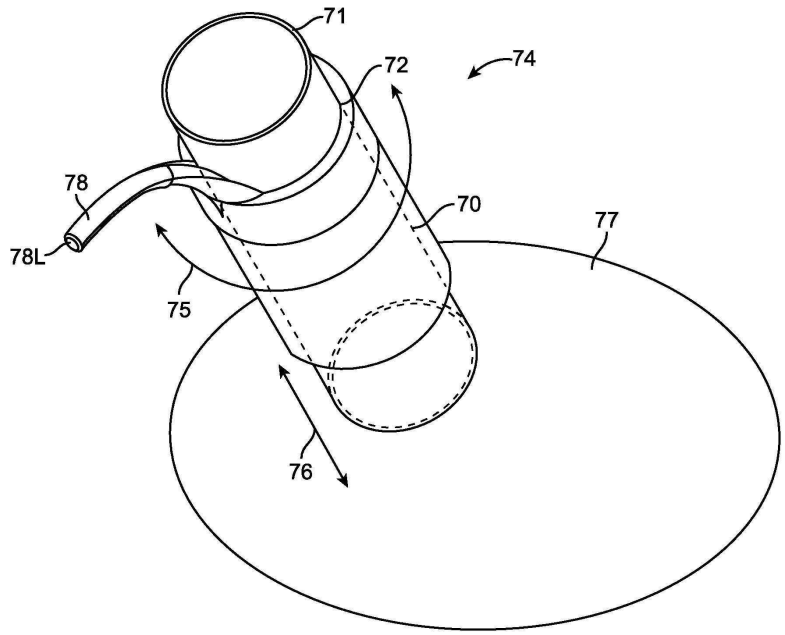


도면6c

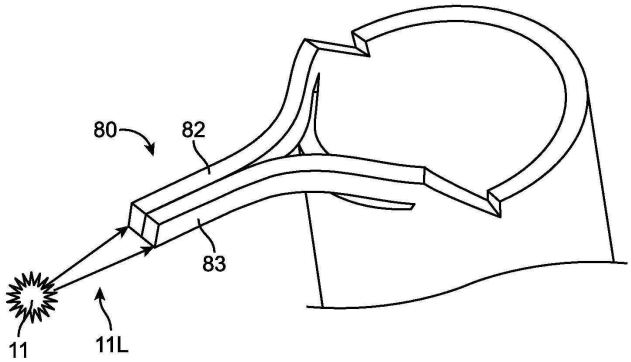
도면6d



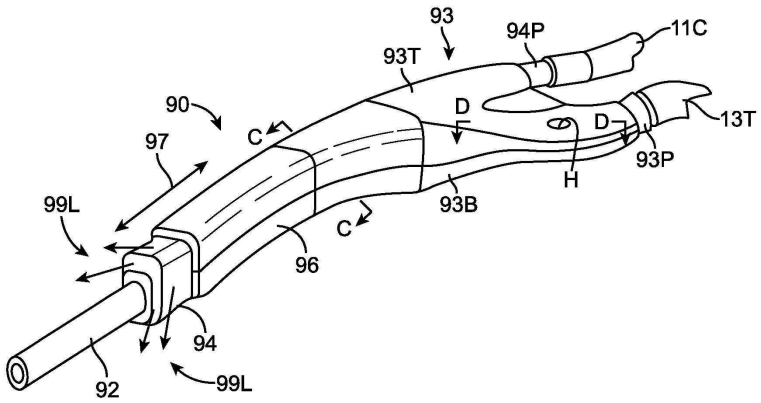
도면7


71
72
74
78
70
77
78L
75
76

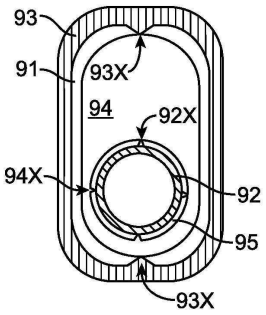
도면8


80
82
83
11
11L

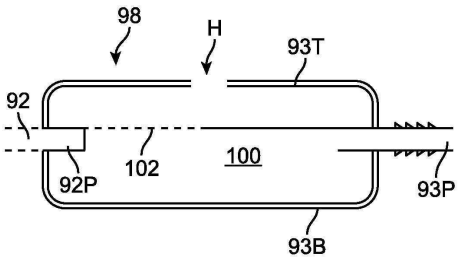
도면9


93
94P
11C
93T
90
D
D
13T
C
97
F
H
93P
99L
93B
C
96
94
92
99L

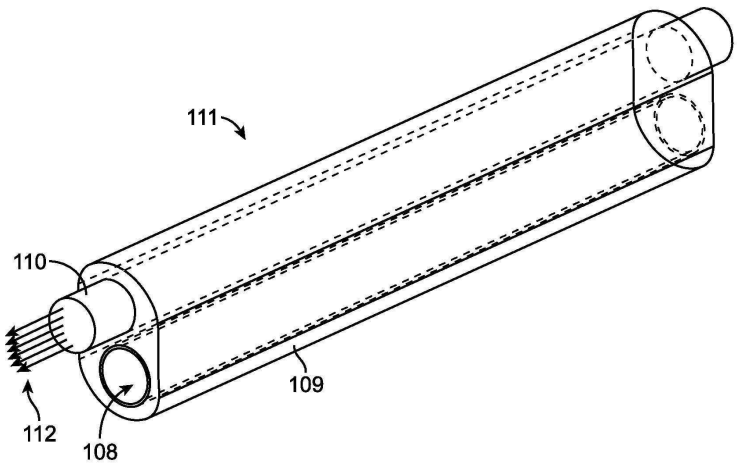
도면10



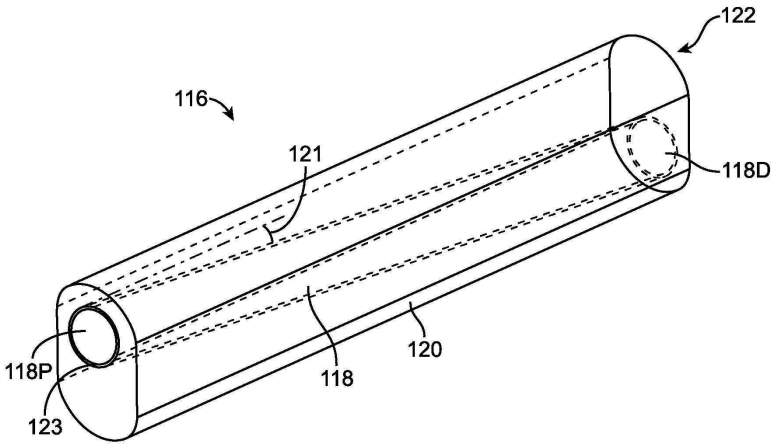
도면11



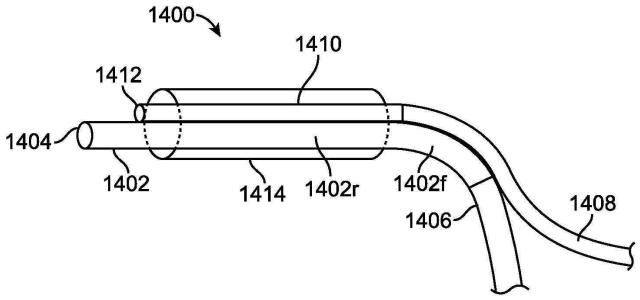
도면12



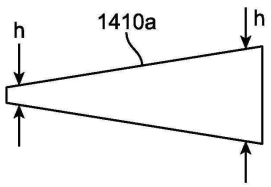
도면13



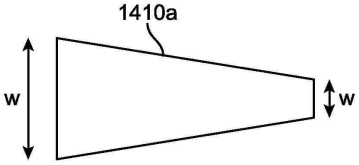
도면14



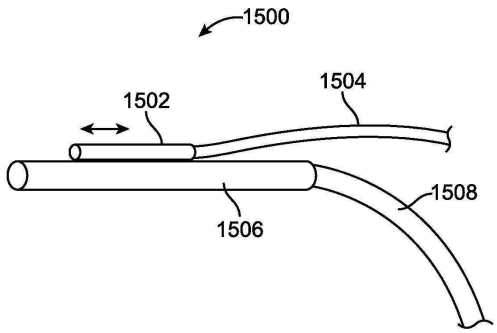
도면14a



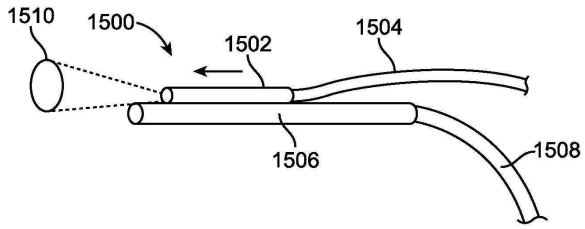
도면14b



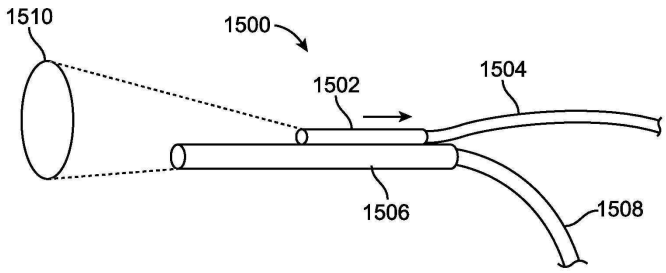
도면15a



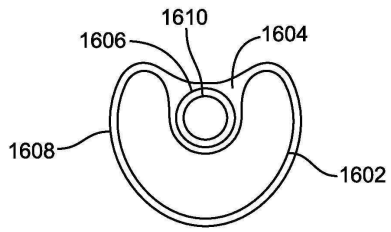
도면15b



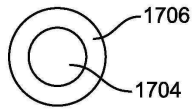
도면15c



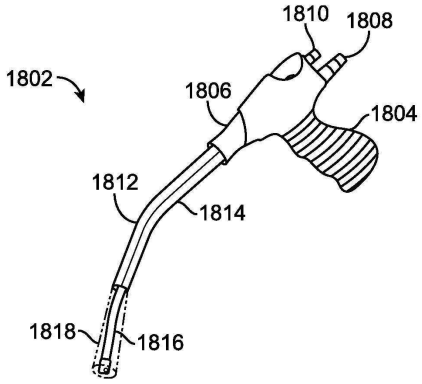
도면16



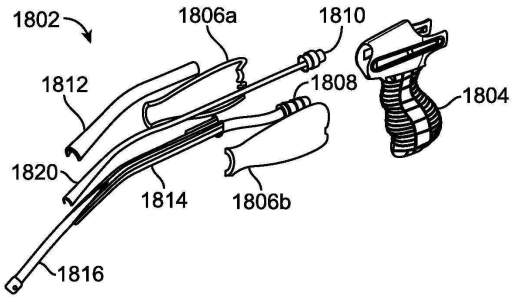
도면17



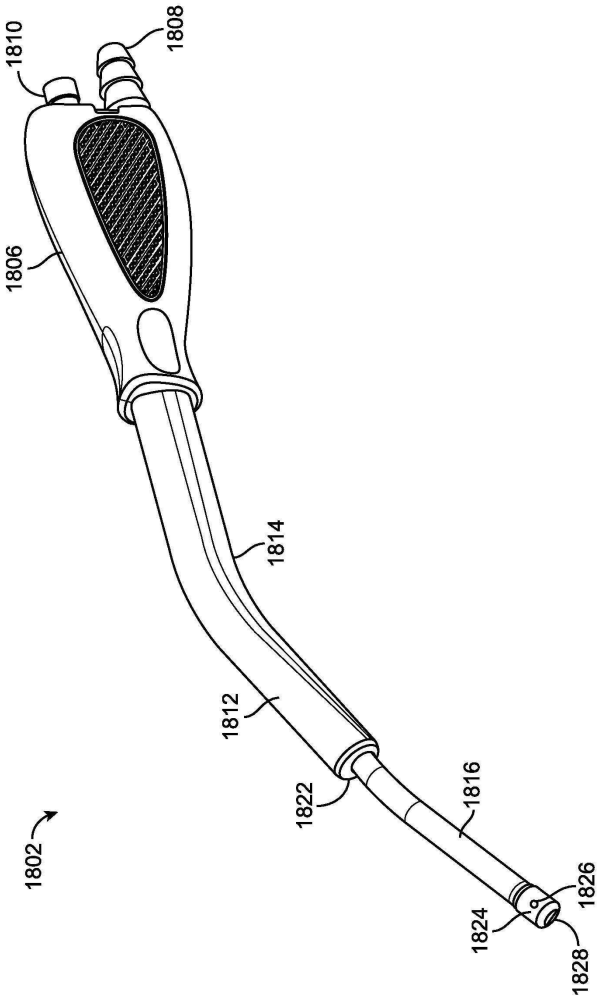
도면18a



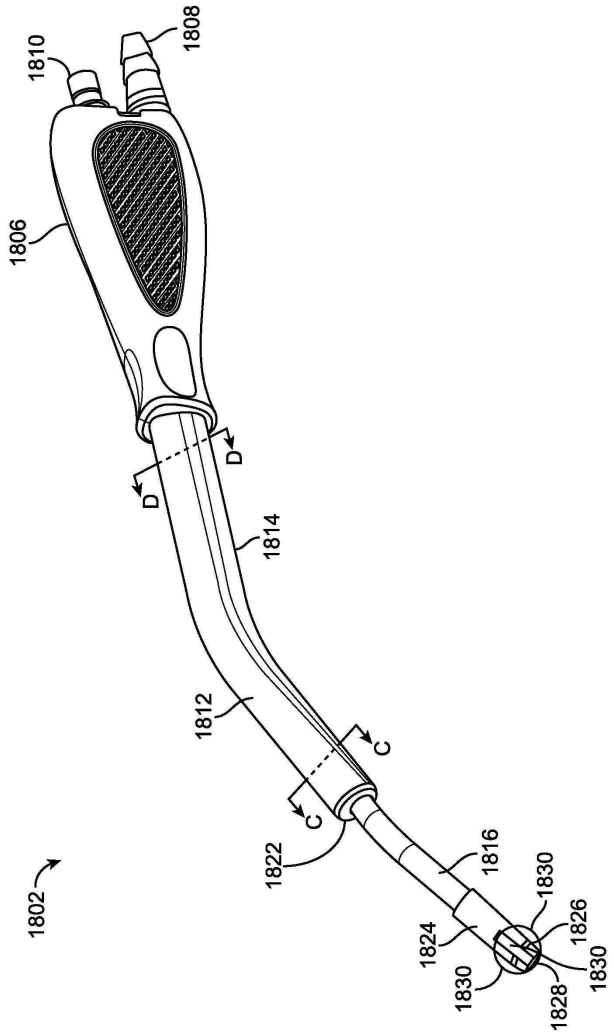
도면18b



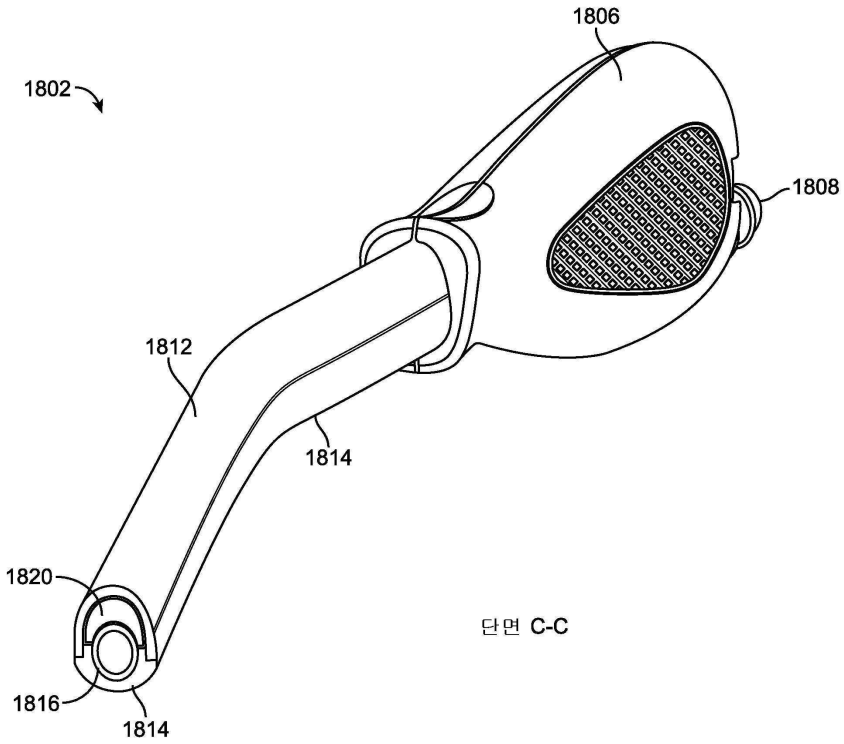
도면19a



도면19b

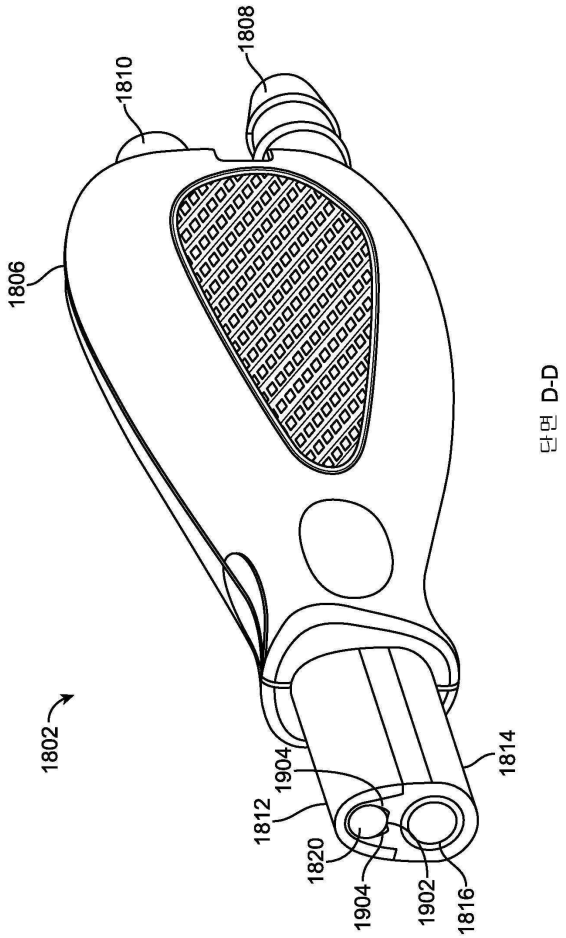

1808
1810
1806
D
D
1814
1812
C
C
1822
1816
1830
1826
1824
1830
1830
1828
1802

도면19c

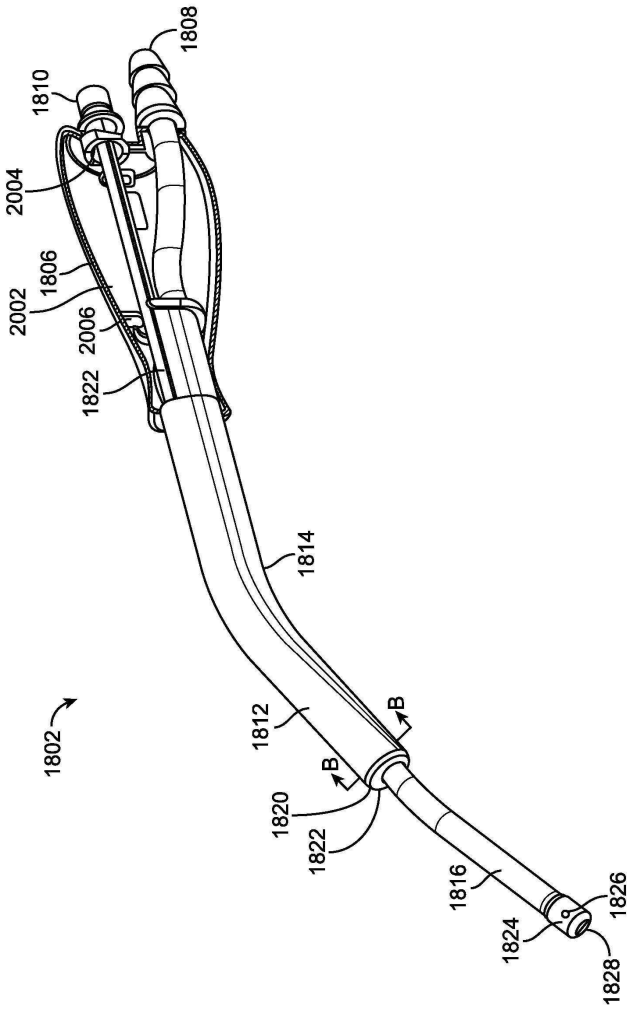


단면 C-C

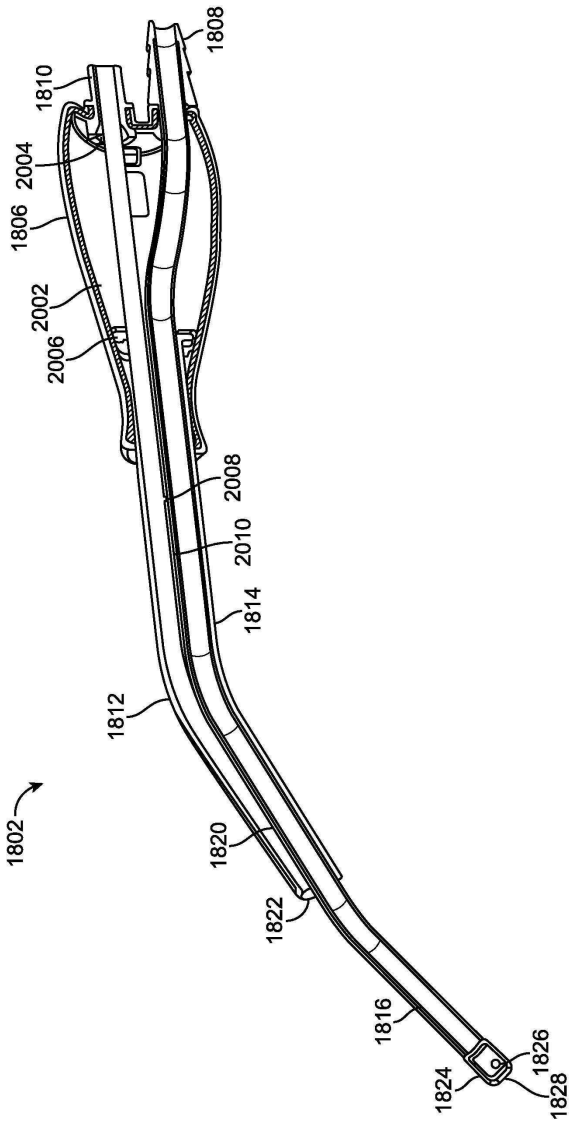
도면19d



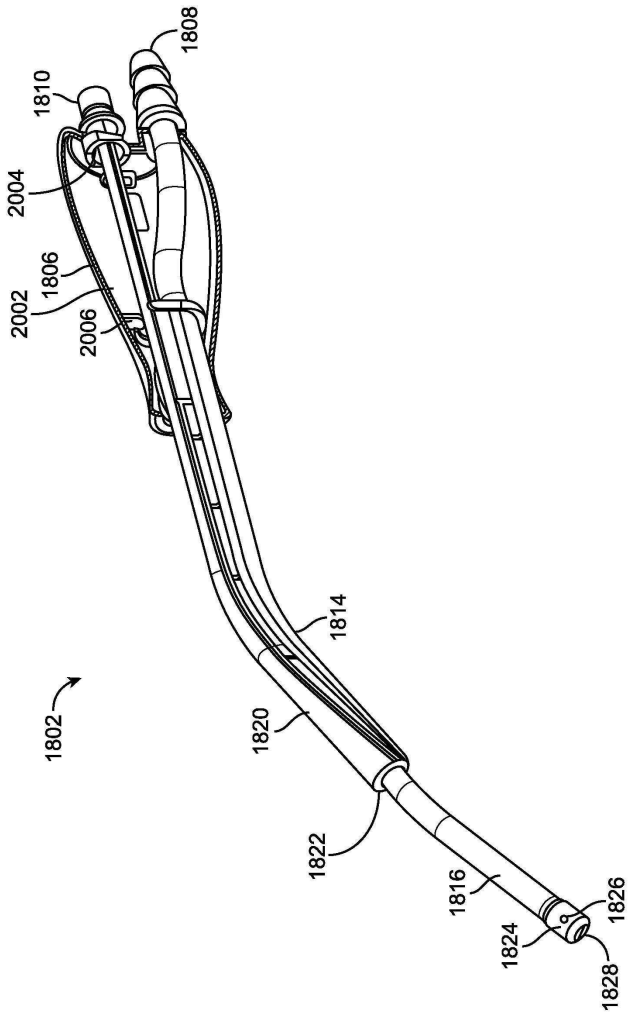
도면20a


1808
1810
2004
1806
2002
2006
1822
1814
1802
1812
B
B
1820
1822
1816
1826
1824
1828

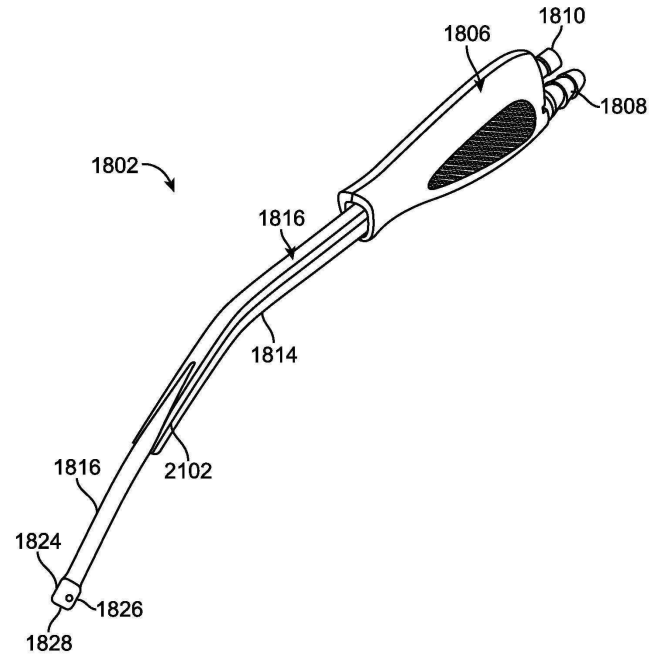
도면20b


1808
1810
2004
1806
2002
2006
2008
2010
1814
1812
1802
1820
1822
1816
1826
1824
1828

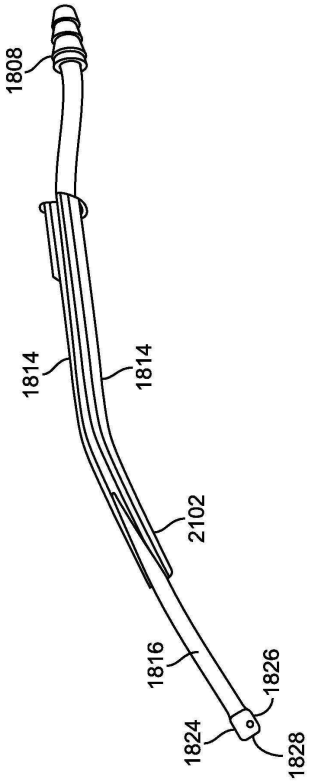
도면20c


1808
1810
2004
1806
2002
2006
1814
1802
1820
1822
1816
1826
1824
1828

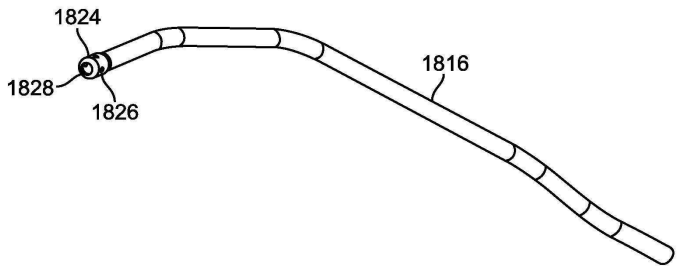
도면21


1806
1810
1808
1802
1816
1814
1816
2102
1824
1826
1828

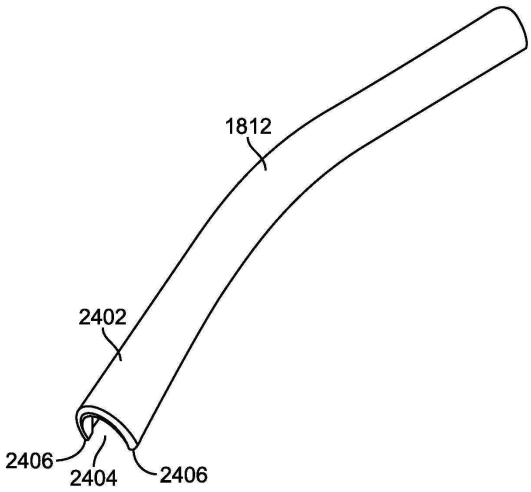
도면22


1808
1814
1814
2102
1816
1826
1824
1828

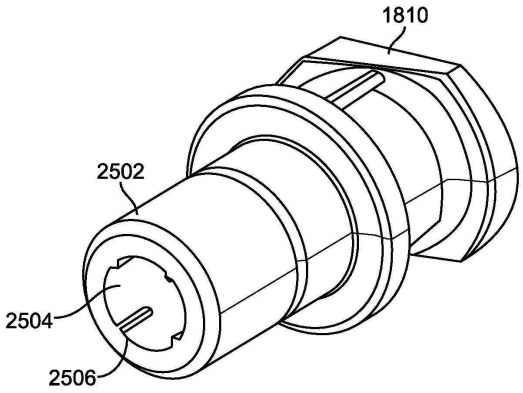
도면23



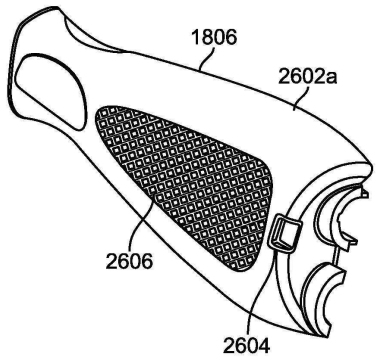
도면24



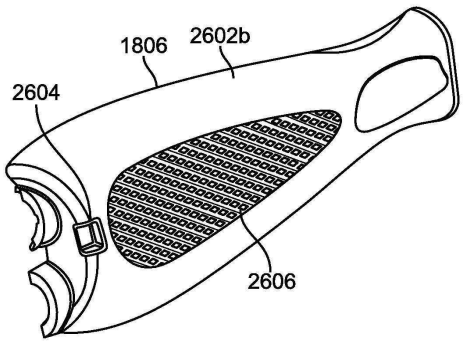
도면25



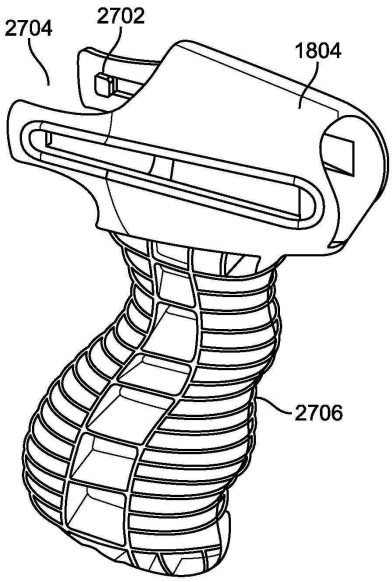
도면26a



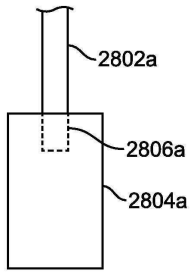
도면26b



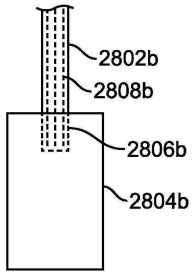
도면27



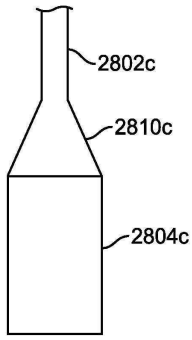
도면28a



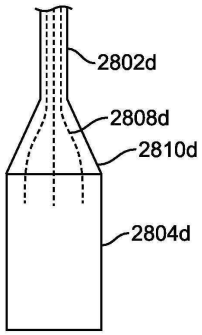
도면28b



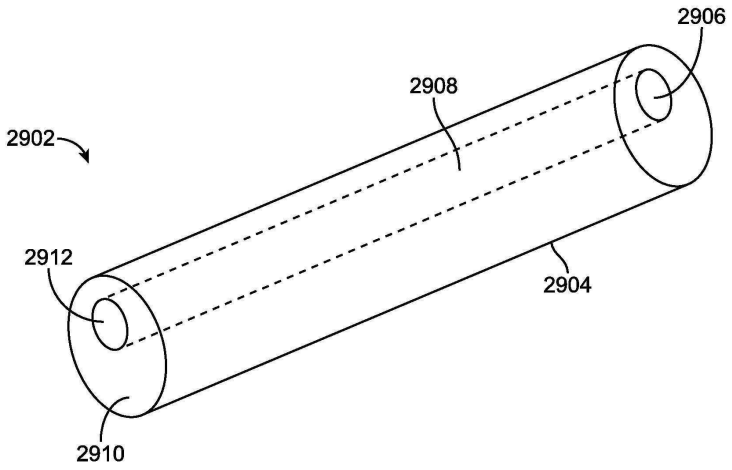
도면28c



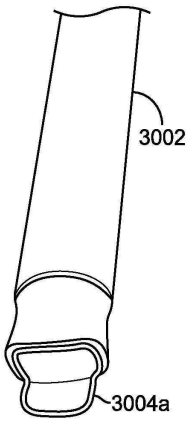
도면28d



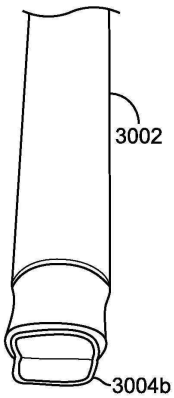
도면29



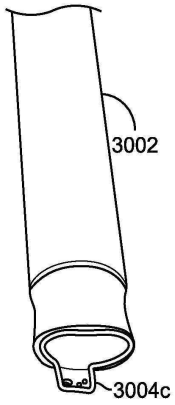
도면30a



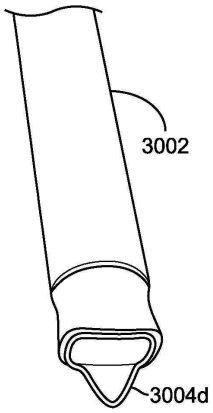
도면30b



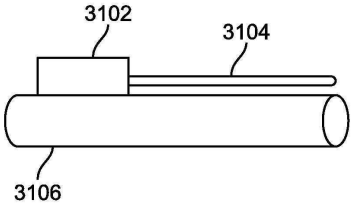
도면30c



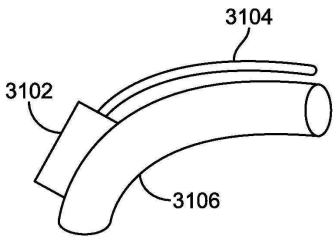
도면30d



도면31a



도면31b



【심사관 직권보정사항】

【직권보정 1】

【보정항목】 청구범위

【보정세부항목】 청구항 5

【변경전】

청구항 1에 있어서,

상기 비광섬유 도파관의 말단부는 거기에 일체로 형성된 렌지들의 어레이를 포함하며, 상기 렌즈들의 어레이는 상기 수술 부위 상에 복수의 광 스폿을 형성하도록 구성되어 있는, 조명 장착된 흡입 장치.

【변경후】

청구항 1에 있어서,

상기 비광섬유 도파관의 말단부는 거기에 일체로 형성된 렌즈들의 어레이를 포함하며, 상기 렌즈들의 어레이는 상기 수술 부위 상에 복수의 광 스폿을 형성하도록 구성되어 있는, 조명 장착된 흡입 장치.