(19) 대한민국특허청(KR)
(12) 등록특허공보(B1)

(45) 공고일자 2019년07월25일
(11) 등록번호 10-2003724
(24) 등록일자 2019년07월19일

(51) 국제특허분류(Int. Cl.)
A61M 1/00 (2006.01) *A61B 1/00* (2017.01)
A61B 1/015 (2006.01) *A61B 1/07* (2006.01)
A61B 90/30 (2016.01)
(52) CPC특허분류
A61M 1/008 (2013.01)
A61B 1/0017 (2013.01)
(21) 출원번호 10-2018-7033455(분할)
(22) 출원일자(국제) 2011년12월16일
심사청구일자 2018년12월13일
(85) 번역문제출일자 2018년11월19일
(65) 공개번호 10-2018-0127525
(43) 공개일자 2018년11월28일
(62) 원출원 특허 10-2013-7017704
원출원일자(국제) 2011년12월16일
심사청구일자 2016년12월09일
(86) 국제출원번호 PCT/US2011/065636
(87) 국제공개번호 WO 2012/083247
국제공개일자 2012년06월21일
(30) 우선권주장
61/423,813 2010년12월16일 미국(US)
(56) 선행기술조사문헌
WO2004108188 A1
WO2009069837 A1

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

전체 청구항 수 : 총 15 항 심사관 : 강혜리

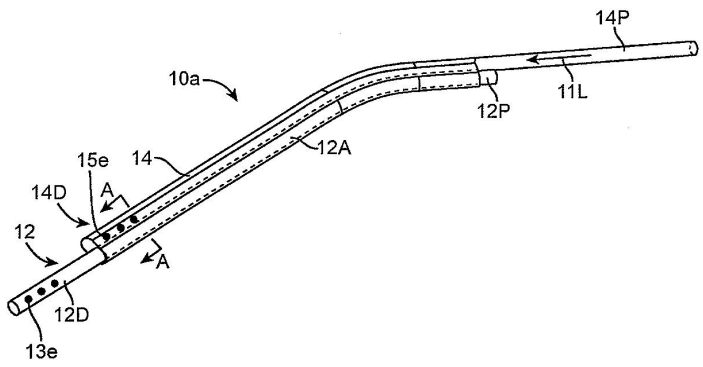
(54) 발명의 명칭 **조명 흡입 장치**

(57) 요 약

고성능 비광섬유 광학 도파관을 흡입 장치와 결합한 휴대형 수술 디바이스를 포함하는 조명 흡입 장치가 개시되어 있다. 이러한 수술 디바이스는 오픈 최소침습 정형외과(open and minimally invasive orthopedics)를 포함하는 광범위한 수술에 유용하다. 여기에 기술된 이러한 조명 흡입 장치는 근접 단부 및 중심부에 의해 연결된

(뒷면에 계속)

대 표 도 - 도1



말단 단부를 갖는 금속 흡입 튜브를 포함하고 있다. 이러한 흡입 튜브의 근접 단부에는 진공 소스에 연결되기 위한 피팅이 제공된다. 이러한 흡입 튜브는 내부 표면 및 외부 표면을 갖고 있고, 이러한 흡입 튜브의 중심부의 외부 표면 위에 1.29와 1.67 사이에 있을 수 있는 굴절률을 갖는 광학 클래딩의 층을 갖고 있고, 근접 단부 및 말단 단부를 갖고 있는 조명 도파관을 갖고 있다.

(52) CPC특허분류
A61B 1/015 (2013.01)
A61B 1/07 (2013.01)
A61B 90/30 (2016.02)
A61M 1/0039 (2013.01)
A61M 2205/587 (2013.01)

(72) 발명자
트라우너 켄네스 비.
미국 캘리포니아 94111 샌프란시스코 퍼시픽 애비뉴 394 5 플로어
게이손 조나단 쥐.
미국 캘리포니아 94947 노바토 인디언 밸리 1780
리차드손 데릭
미국 캘리포니아 94587 유니온 시티 릴락 스트리트 34851

명 세 서

청구범위

청구항 1

근접 단부, 말단 단부 및 상기 근접 단부와 말단 단부 사이의 중심부를 갖는 흡입 튜브로서, 상기 근접 단부는 진공 소스에 유체 연결가능하고, 상기 흡입 튜브는 또한 내부 표면과 외부 표면을 구비하는 상기 흡입 튜브;

상기 흡입 튜브의 중심부의 외부 표면 둘레에 원주방향으로 배치된 광학 클래딩의 내부 층;

근접 단부, 말단 단부 및 상기 근접 단부와 말단 단부 사이의 중심부를 갖는 비광섬유(non-fiber optic) 광학 도파관으로서, 광이 상기 광학 도파관을 통해 전체 내부 반사에 의해 전송되고 상기 광은 상기 말단 단부를 나와서 수술 필드를 조명하고, 상기 광학 도파관은 사이에 광학 클래딩의 내부 층이 배치된 상태로 상기 흡입 튜브에 대해 배치되어 있는 상기 광학 도파관;

상기 흡입 튜브의 외부 표면 또는 상기 광학 도파관의 말단 단부 중의 적어도 하나에 있는 적어도 하나의 전극; 및

상기 흡입 튜브와 상기 광학 도파관의 둘레에 원주방향으로 배치된 광학 클래딩의 외부 층을 포함하고 있는 것을 특징으로 하는 조명 흡입 장치.

청구항 2

제1항에 있어서,

상기 흡입 튜브의 근접 단부에 결합된 핸들; 및

상기 광학 도파관에 광학적으로 결합되고, 상기 핸들내에 있는 발광 다이오드(LED)를 더 포함하는 것을 특징으로 하는 조명 흡입 장치.

청구항 3

제1항 또는 제2항에 있어서,

상기 적어도 하나의 전극에 연결되고, 상기 조명 흡입 장치의 근접 단부로 뻗어 있는 복수의 도체를 더 포함하고, 상기 복수의 도체는 상기 적어도 하나의 전극에 의해 전달되는 전류를 제공하는 에너지원에 연결되도록 구성된 것을 특징으로 하는 조명 흡입 장치.

청구항 4

제1항 또는 제2항에 있어서,

상기 광학 도파관의 말단 단부는 상기 말단 단부에 일체화되어 형성된 렌즈의 어레이를 포함하는 것을 특징으로 하는 조명 흡입 장치.

청구항 5

제4항에 있어서,

상기 렌즈 어레이는 제1 렌즈가 제2 렌즈와 중첩하도록 배열되어 있고, 상기 제1 렌즈로부터 발광된 광의 스폿이 제2 렌즈로부터 발광된 광의 스폿과 중첩되는 것을 특징으로 하는 조명 흡입 장치.

청구항 6

제1항 또는 제2항에 있어서,

상기 광학 도파관의 말단 단부는 상기 광학 도파관의 말단 단부로부터 광을 추출하기 위한 복수의 마이크로구조를 포함하고, 상기 복수의 마이크로구조는 사전 선택된 조명 패턴을 형성하기 위해 상기 추출된 광을 지향시키도록 구성된 것을 특징으로 하는 조명 흡입 장치.

청구항 7

제1항 또는 제2항에 있어서,

상기 광학 도파관은 상기 광학 도파관의 외부 표면에 배치되고 상기 말단 단부 근방의 하나 이상의 광 추출 구조를 포함하고, 상기 광 추출 구조는 상기 광학 도파관으로부터 광을 추출하도록 구성되고 상기 추출된 광을 측방향으로 그리고 상기 광학 도파관으로부터 말단 방향으로 멀리 지향시켜 사전 선택된 조명 패턴을 형성하도록 구성된 것을 특징으로 하는 조명 흡입 장치.

청구항 8

제1항 또는 제2항에 있어서,

상기 흡입 튜브와 상기 광학 도파관 사이에 공기 갭이 유지되는 것을 특징으로 하는 조명 흡입 장치.

청구항 9

제8항에 있어서,

복수의 스탠드오프가 상기 흡입 튜브 또는 상기 광학 도파관 위에 배치되고, 상기 흡입 튜브와 상기 광학 도파관의 맞물림을 방지하여서, 상기 흡입 튜브와 상기 광학 도파관 사이에 공기 갭이 유지되도록 돕는 것을 특징으로 하는 조명 흡입 장치.

청구항 10

제1항 또는 제2항에 있어서,

상기 광학 도파관은 상기 흡입 튜브와 미끄러짐 가능하도록 결합되어 있고, 상기 흡입 튜브에 대한 상기 광학 도파관의 근접 이동은 상기 광학 도파관의 말단 단부를 나오는 광의 스폿 크기를 증가시키고, 상기 흡입 튜브에 대한 상기 광학 도파관의 말단 이동은 상기 광학 도파관의 말단 단부를 나오는 광의 스폿 크기를 감소시키는 것을 특징으로 하는 조명 흡입 장치.

청구항 11

제1항 또는 제2항에 있어서,

상기 광학 도파관의 근접 단부와 상기 흡입 튜브의 근접 단부에 결합된 핸들을 더 포함하고, 상기 광학 도파관과 상기 핸들의 내부 표면 사이에 공기 갭이 있는 것을 특징으로 하는 조명 흡입 장치.

청구항 12

제1항 또는 제2항에 있어서,

상기 적어도 하나의 전극은 상기 흡입 튜브의 외부 표면에 있는 것을 특징으로 하는 조명 흡입 장치.

청구항 13

제12항에 있어서,

상기 적어도 하나의 전극은 흡입 튜브에서 광학 클래딩이 없는 노출된 부분에 의해 한정되는 것을 특징으로 하는 조명 흡입 장치.

청구항 14

제1항 또는 제2항에 있어서,

상기 적어도 하나의 전극은 상기 광학 도파관의 말단부에 있는 것을 특징으로 하는 조명 흡입 장치.

청구항 15

제14항에 있어서,

상기 적어도 하나의 전극은 광학 도파관에서 광학 클래딩의 외부 층이 없는 노출된 부분에 의해 한정되는 것을

특징으로 하는 조명 흡입 장치.

발명의 설명

기 술 분 야

[0001] 다양한 수술 절차에 있어서, 수술 현장의 조명은 일반적으로 헤드램프와 수술 내시경(surgical microscope)의 사용을 통해서 얻어진다. 여기서 이러한 조명원은 질적으로 열화하거나 또는 열화한 방향인 광을 제공하는 시나리오가 있다. 예시로서, 요추 접근(lumbar approach)으로부터의 척추 수술동안, 원하는 해부학적 타겟 영역에 대한 액세스는 환자의 정중선의 하나의 측면 상의 각도가 있는 절개를 통해 달성될 수 있다. 수술 내시경으로부터 발광하는 광은 고정적이고 수술 액세스 각도에 대해 열화하게 지향될 수 있다. 역으로, 헤드램프로부터의 광은 의사가 출력 빔을 재지향하기 위해 자신의 머리를 기울이거나 이동시키면서 조정될 수 있지만, 극돌기(spinous process) 또는 조직이나 근육의 층과 같은 다양한 해부학적 구조에 의해 차단될 수 있다. 어느 하나의 광원으로부터의 광은 의사가 피부-레벨의 절개로부터 다양한 깊이로 해부학적 구조의 시각화를 필요로하는 다양한 위상의 프로시저를 통해 진행할 때 적절하지 않을 수 있다.

[0002] 휴대형 흡입 디바이스는 척추 수술과 같은 수술 프로시저동안 일반적으로 사용된다. 이러한 디바이스는 일반적으로 수술실의 표준 흡입 소스에 연결되어, 의사로 하여금 동적으로 그리고 효율적으로 혈액, 뼈 조각, 또는 미리 수술 부위로 조광된 유체를 제거할 수 있도록 한다. 이들 흡입 디바이스는 때때로 프로시저동안 지방, 근육, 또는 기타 구조의 낮은 수축력을 제공하도록 또한 사용된다. 외과의는 자신의 근부 단부로부터 흡입 디바이스를 유지하고, 원하는 위치에 흡입을 제공하기 위해 수술 프로시저동안 흡입 디바이스의 말단부를 조종한다. 휴대형 흡입 디바이스는 다양한 수술 애플리케이션에 적합한 다양한 말단 팁 구성에서 이용할 수 있다(Frazier, Poole, Fukijima 등).

배 경 기 술

[0003] 종래 흡입 디바이스는 금속 튜브에 감싸져있는 광섬유 케이블로 구축되고, 일정 레벨의 조명을 제공하기 위해 금속 흡입 디바이스에 연결된다. 이러한 디바이스는 다수의 문제점에 직면한다. 고강도 광을 가진 섬유간 결합에서의 비효율성은 열을 생성시키는 인터페이스에서의 광 손실을 가져온다. 손실은 광섬유와 인터페이스에서의 프레넬 반사 사이에서의 비투과 구역에 의해 발생된다. 광섬유 사이의 공간 구역은 빈번하게 광손실 및 열의 주된 원인이 된다. 인터페이스에서의 과열은 조직에 대한 열손상을 일으킬 수 있고, 또한 수술실에서의 화재 위험이 된다. 일부 제조자들은 수술 디바이스 및 인터페이스에 전송될 수 있는 양의 광을 제한하여 고유의 열전송량을 감소시키는 것을 추천한다.

발명의 내용

해결하려는 과제

[0004] 따라서, 여전히 향상된 조명 흡입 장치가 필요하다. 상술된 적어도 일부 문제점은 여기에 개시된 실시예에 의해 극복될 것이다.

과제의 해결 수단

[0005] 본 발명은 일반적으로 수술 조명 분야에 관한 것이고, 보다 구체적으로 일체로 된 수술 도구를 가진 조명 시스템에 관한 것이다.

[0006] 하기에 기술된 디바이스는 수술용 흡입 디바이스에서의 개선된 조명을 제공한다. 하기에 기술된 조명 흡입 디바이스(illuminated suction device)는 중심부에 의해 연결된 근접 단부와 말단 단부를 가진 금속 흡입 튜브를 포함한다. 흡입 튜브의 근접부는 진공 소스에 대한 연결을 위한 피팅으로 제공된다. 흡입 튜브는 내부 표면 및 외부 표면을 가지고, 광학 클래딩층이 흡입 튜브의 중심 부분의 외부 표면 상에서 1.29 내지 1.67 사이의 굴절률을 가지고, 조명 도파관이 근접 단부와 말단 단부를 가진다. 조명 도파관은 흡입 튜브의 중심부 상에 광학 클래딩을 둘러싸면서 형성되고, 조명 도파관의 근접 단부로부터 말단 단부까지 상기 흡입 튜브 주위로 광을 전달하도록 기능한다. 조명 도파관은 1.46 내지 1.7 사이의 굴절률을 가지고, .33 내지 .70 사이의 개구수를 가진다. 조명 입력이 소스로부터 조명 도파관으로 광을 전달하기 위해 조명 도파관의 근접 단부로 형성된다.

[0007] 조명 흡입 장치는 의사의 인체공학적 요구를 만족시키기에 적합한 휴대형 디바이스에 통합된 흡입 및 조명 기능

을 포함한다. 수술 프로시저에서 이미 유효하게 사용되는 휴대형의, 위치를 옮길 수 있는 흡입 기능은 의사로 하여금 절개 각도, 깊이 및 둘러싸고 있는 해부 방해물에 관계없이 피부 아래의 해부체의 원하는 영역에 직접 광을 적용할 수 있도록 하는 조명 도파관에 의해 둘러싸여 진다. 조명 도파관은 고강도 광원으로부터 지정하여 광을 가이드하도록 설계된 솔리드 구조이고, 시클로 올리핀 폴리머 또는 공중합체, 또는 기타 적절한 아크릴계 또는 플라스틱과 같은 특정한 굴절률을 가진 광-그레이드 폴리머를 이용하여 제조된다. 추가로, 조명 도파관은 전체 내부 반사(Total Internal Reflection, TIR)를 유지하기 위해 코어 재료의 굴절률에 적절하게 좌표화된 더 낮은 굴절률의 제 2 재료로 그것을 피복(sheathing)시키거나 또는 둘러쌈으로써 자신의 말단 단부 출력으로부터 광을 효율적으로 전송하도록 기계가공될 수 있다. 이러한 고체-상태, 구조의 가이딩된 조명 도파관은 Luxtec, BFW, 등에 의해 공급되는 300W 크세논 소스와 같은 고강도 광원에 연결된 광섬유 케이블을 통해 전력공급된다.

[0008] 조명 흡입 장치는 또한 하나 이상의 미늘, 융기부 또는 표준 PVC 수술 튜브 또는 기타 적절한 진공 도관의 연결을 가능하게하는 흡입 루멘의 근접 단부 상의 기타 돌출부를 포함할 수 있다.

[0009] 광섬유가 아닌 흡입 조명을 위한 전체적으로 솔리드형인 도파관을 사용하는 것은 광섬유 사이의 비투과성 공간에 의한 손실을 제거하고, 프레넬 반사에 연관된 것들에 대한 것만 손실을 감소시킨다. 광섬유/광섬유 접합에 연관된 손실에서의 현저한 감소는 인터페이스의 현저한 발열 또는 상기 인터페이스에서의 열 싱크 디바이스 또는 메커니즘에 대한 필요성 없이 도파관으로의 고 강도 광 전송을 허용한다. 섬유를 도파관에 연결하며, 표준 300와트 광원으로부터의 광이 설계 변경없이 인체 조직에 위해한 온도 미만의 안정적인 상태의 온도로 ACMI와 같은 표준 커넥터를 이용하여 전송될 수 있다.

[0010] 전반사와 조명 도파관에서의 광 혼합을 이용하면 출력광 프로파일을 제어할 수 있고 조명 프로파일을 주문제작할 수 있다. 미세구조가 조명 도파관의 임의의 적절한 표면에 적용될 수 있고 광이 최소한의 추가 비용으로 사출 성형된 구조 및 임의의 적절한 구조로 디바이스의 벽을 따라서 증분하여 추출될 수 있다. 연속한 추출 표면을 이용하여, 위치의 함수로서 디바이스의 개구수의 변화, 개구수, 선택적인 클래딩, 선택적인 반사 코팅 등에서의 변화를 가지고 또는 변화없이 마이크로-또는 매크로 구조 중 어느 하나의 추출 구조를 이용하는 것은 모두 특정한 수술용 흡입 조명 애플리케이션을 위해 사용자에 의해 요구되는 설계 규격 또는 광 규격을 만족시키기 위한 도파관의 출력 프로파일을 형성하는데에 사용될 수 있다.

[0011] 디바이스는 1회용(disposable)이고, 고 체적 사출 성형, 오버-몰딩, 및 금속과 폴리머의 압출과 같은 프로세스를 이용하여 제조 효율성의 레버리징이 가능하도록 저 비용 재료로 제조되는 것을 의미한다. 디바이스 어셈블리는 노동 비용을 최소화하도록 기계가공될 것이다. 저비용, 고 성능 조합의 디바이스는 사용자에 대한 증가하는 비용을 최소화하면서 기존의 분리된 조명 및 흡입 디바이스에 대한 매력적인 대안을 제공한다.

[0012] 조명 흡입 장치는 고성능 조명 도파관을 흡입장치에 결합시킨 휴대형 수술 디바이스를 포함한다. 이러한 디바이스는 오픈 최소침습 정형외과(open minimally invasive orthopedics)를 포함하는 다양한 수술 프로시저에 유용할 것이다. 조명 도파관은 또한 수술 드릴 및 프로브 등과 같은 기타 수술 디바이스와 결합될 수 있다. 이러한 조명 도파관은 광섬유 피그테일, 인덱스 매칭 액체 및/또는 흡입 루멘으로 제조될 수 있다.

[0013] 수술 흡입 필드는 말단 흡입 팁이 조직 및 또는 유체 표면과 액티브하게 접촉하면서 조명 도파관에 의해 조광되어야 한다. 이러한 효과를 달성하기 위해, 조명 도파관으로부터의 출력광은 상기 디바이스의 말단 흡입 팁에 인접한 도파관의 포인트로부터 발광해야한다. 수술시, 출력광이 상기 디바이스의 말단 단부에 인접한 포인트로부터 발광하는 흡입 조명 디바이스를 이용할 때, 의사는 어려움을 경험한다. 수술 필드에 포커싱될 때, 의사는 말초(periphery)에서 사용되는 흡입 디바이스를 보기위해 자신의 주변시(peripheral vision)를 이용한다. 척추 수술시, 흡입 디바이스는 빈번하게 의사가 척추(spinal cord)에 인접하여 작업하는 동안 견인기(retractor)로서 사용된다. 문제는 수술 필드에 포커싱되는 동안 의사가 매우 예민한 작업을 위해 로드에 의해 만들어지는 시각 필드의 중심부를 이용하고, 뇌가 시각 필드의 주변에서의 광원의 위치를 흡입 디바이스의 말단 팁의 위치로 잘못 해석한다는 것이다. 의사는 상처 내에 디바이스를 더 깊게 쑤셔박는 경향이 있을수 있다. 안전을 위해, 의사는 흡입 팁의 위치를 체크하기 위해 수술 필드로부터 자신의 눈을 빈번하게 이동시켜야 한다.

[0014] 대안의 구성에서, 흡입 튜브의 말단 팁은 광을 전송하거나 또는 광을 반사하여 의사가 조명된 것으로 흡입 장치의 말단 팁을 보아서 자신이 직접 디바이스의 팁을 보거나 그에 포커싱하지 않고서 자신의 주변시에서 흡입 디바이스의 말단 팁을 로컬라이징할 수 있도록 구성될 수 있다. 도파관의 얇은 층을 팁으로 뻗게하여, 상기 효과를 제공할 수 있다. 이러한 효과를 실행하는 전략은 하기를 포함하지만 그에 한정되는 것은 아니다: (a) 광을 팁으로 다시 반사하거나 또는 팁으로부터 산란시키도록하는 표면 추출 피처를 가진 또는 피처를 가지지 않은 팁으로 뻗어있는 도파관, (b) 흡입 디바이스로 하여금 빛을 내게하는 고 산란 계수를 가진 광투과성 재료의 박막

층의 이용, (c) 중심 흡입 디바이스의 외부면에 도포된 반사 표면, (d) 외부 표면으로부터 광을 반사 또는 산란시키기 위한 표면 상의 결점을 가지고 적용된 반사 표면, (e) 출력광의 일부를 전송 또는 산란시키는 내부 흡입 튜브의 벽에 도포되는 클래딩 재료를 이용하고, 상기 클래딩에 대한 입력이 상기 클래딩에서의 결점 또는 자연스럽게 발생하는 누설 중 어느 하나인 것, (f) 상기 팁 상의 형광 코팅, (g) 인광성 코팅, 및 (h) 상기 디바이스의 팁을 따라서 또는 상기 팁에서 내장되거나 그레이딩된 반사기를 이용. 대안으로, 상기 말단 팁 기하학적 형상은 의도적으로 광을 산란시키도록 형성될 수 있다(정방형 에지 등).

[0015] 광학 도파관 시스(sheath) 또는 어댑터, 또는 커넥터에서의 하나 이상의 표면은 미세-광학 구조, 박막 코팅 등과 같은 임의의 적절한 기술을 이용하여 편광될 수 있다. 수술 환경에서의 편광된 광을 이용하여 보다 우수한 조명을 제공하고 카메라와 같은 뷰잉 디바이스 상의 일반적인 편광된 코팅을 이용하여 결합되거나 또는 의사의 안경이 반사된 섬광을 감소시켜 시각적으로 덜 왜곡되고 수술 부위의 보다 정확한 컬러 랜더링을 제공할 수 있다. 광학 도파관 시스의 하나 이상의 표면은 또한 특정 조직의 시각화를 강화시킬수 있는 하나 이상의 주파수의 광을 방출하기 위한 광 필터링 소자를 포함할 수 있다.

[0016] 본 발명의 제1 특징에서, 조명 흡입 디바이스는 근접 단부, 말단 단부 및 상기 근접 단부와 말단 단부 사이의 중심부를 갖는 흡입 튜브를 포함한다. 상기 근접 단부는 진공 소스에 유체 연결가능하고, 상기 흡입 튜브는 또한 내부 표면과 외부 표면을 더 포함하고 있다. 광학 클래딩의 내부 층이 상기 흡입 튜브의 중심부의 외부 표면 둘레에 원주방향으로 배치되어 있고, 상기 디바이스는 또한 비광섬유 광학 도파관을 포함하고 있다. 이러한 광학 도파관은 근접 단부, 말단 단부 및 상기 근접 단부와 말단 단부 사이의 중심부를 갖고 있다. 광은 상기 광학 도파관을 통해 전체 내부 반사에 의해 전송되고 상기 광은 상기 말단 단부를 나와서 수술 필드를 조명한다. 상기 광학 도파관은 사이에 광학 클래딩의 내부 층이 배치된 상태로 상기 흡입 튜브에 대해 배치되어 있다. 상기 흡입 디바이스는 또한 상기 흡입 튜브와 상기 광학 도파관의 둘레에 원주방향으로 배치된 광학 클래딩의 외부 층을 포함하고 있다.

[0017] 상기 흡입 튜브는 원통형상의 단면을 갖고 있는 튜브를 포함할 수 있다. 상기 흡입 튜브의 말단 단부는 상기 광학 도파관의 말단 단부 보다 더 말단에 배치될 수 있다. 상기 조명 흡입 장치는 상기 흡입 튜브의 근접 단부에 근방에 배치되고, 상기 흡입 튜브에 의해 제공된 흡입의 강도를 제어하도록 구성된 흡입 제어 메커니즘을 더 포함할 수 있다. 상기 흡입 튜브는 전기 도전성을 갖고 있고 전기 신호를 도통시키기 위한 전극으로서 동작할 수 있다. 상기 흡입 튜브의 말단 단부는 클래딩이 없는 상태로 남아 있을 수 있다. 상기 흡입 튜브의 일부는 상기 광학 도파관에 의해 차단되지 않은 상태로 남아 있을 수 있다.

[0018] 상기 광학 클래딩의 내부 층은 1과 1.42 사이의 굴절률을 가질 수 있다. 상기 광학 클래딩의 내부 층은 실질상 원형 단면을 갖고 있는 튜브를 형성하고, 상기 흡입 튜브와 동심이다.

[0019] 상기 광학 도파관은 1.46과 1.70 사이의 굴절률을 가질 수 있다. 상기 광학 도파관은 0.33과 0.7 사이의 개구수를 가질 수 있다. 상기 광학 도파관의 말단 단부는 상기 말단 단부에 일체화되어 형성된 렌즈의 어레이를 포함할 수 있다. 상기 렌즈의 어레이는 적어도 제1 렌즈가 제2 렌즈와 중첩하도록 그리고, 상기 제1 렌즈로부터 발광된 광의 스폿이 상기 제2 렌즈로부터 발광된 광의 스폿과 중첩되도록 배열되어 있다. 상기 광학 도파관의 말단 단부는 광을 추출하기 위한 복수의 마이크로구조를 포함하고, 상기 복수의 마이크로구조는 사전 선택된 조명 패턴을 형성하기 위해 상기 추출된 광을 지향시키도록 구성될 수 있다. 상기 광학 도파관은 상기 광학 도파관의 외부 표면에 배치되고 상기 말단 단부 근방의 하나 이상의 광 추출 구조를 포함할 수 있다. 상기 광 추출 구조는 상기 광학 도파관으로부터 광을 추출하도록 구성되고 상기 추출된 광을 측방향으로 그리고 상기 광학 도파관으로부터 말단 방향으로 멀리 지향시켜 사전 선택된 조명 패턴을 형성하도록 구성될 수 있다.

[0020] 상기 광학 도파관은 내부 곡면 및 외부 곡면을 갖고 있고, 상기 내부 곡면은 상기 외부 곡면과 상이한 곡률 반경을 가질 수 있다. 상기 흡입 튜브와 상기 광학 도파관 사이에 공기 갭이 유지될 수 있다. 스탠드오프가 상기 흡입 튜브와 상기 광학 도파관의 맞물림을 방지하도록 상기 흡입 튜브 또는 상기 광학 도파관 위에 배치될 수 있다. 이것은 상기 흡입 튜브와 상기 광학 도파관 사이에 공기 갭이 유지되도록 돕는다. 상기 광학 도파관은 상기 광학 도파관의 말단 단부를 나오는 광을 편광시키기 위한 편광 소자를 포함할 수 있다. 상기 광학 도파관의 말단 단부는 평평하지 않을 수 있다. 마찬가지로, 상기 광학 도파관은 하나 이상의 파장의 광을 상기 수술 필드에 전달하기 위한 필터 소자를 포함할 수 있다.

[0021] 상기 광학 클래딩의 외부 층은 1.29와 1.67 사이의 굴절률을 가질 수 있다. 상기 광학 클래딩의 외부 층은 상기 흡입 튜브와 동심을 갖지 않는 튜브를 형성할 수 있다. 상기 광학 클래딩의 외부 층의 일부는 상기 광학 클래딩의 내부 층의 일부와 직접 접촉할 수 있다.

[0022] 상기 흡입 장치는 상기 광학 도파관의 근접 단부와 단일 피스로서 일체화되어 형성된 광전도성 도관을 더 포함하고 있고, 상기 광전도성 도관은 광원으로부터 광을 상기 광학 도파관으로 도입시키도록 구성될 수 있다. 상기 광전도성 도관은 각각 실질상 직방형 단면을 갖는 2개의 광전도성 도관을 포함할 수 있다. 상기 2개의 광전도성 도관은 상기 광학 도파관의 근접 단부와 단일 피스로서 일체화되어 형성될 수 있다. 상기 광학 도파관은 상기 흡입 튜브와 미끄러짐 가능하도록 결합될 수 있다. 따라서, 상기 흡입 튜브에 대한 상기 광학 도파관의 근접 이동은 상기 광학 도파관의 말단 단부를 나오는 광의 스폿 크기를 증가시킨다. 또한, 상기 흡입 튜브에 대한 상기 광학 도파관의 말단 이동은 상기 광학 도파관의 말단 단부를 나오는 광의 스폿 크기를 감소시킨다. 상기 흡입 장치는 상기 광학 도파관의 근접 단부와 상기 흡입 튜브의 근접 단부에 결합된 핸들을 더 포함할 수 있다. 상기 광학 도파관과 상기 핸들의 내부 표면 사이에 공기 갭이 있을 수 있다. 상기 핸들의 내부 표면 위에 도는 상기 광학 도파관의 외부 표면 위에 배치된 스탠드오프가 상기 핸들과 상기 광학 도파관의 맞물림을 방지하여 상기 핸들과 상기 광학 도파관 사이에 공기 갭이 유지되도록 돕는다.

[0023] 본 발명의 다른 특징에서, 환자의 수술 필드 내의 조직을 조명하는 방법은 흡입 튜브 및, 전체 내부 반사에 의해 비광섬유 광학 도파관을 통해 광을 전송하는 상기 비광섬유 광학 도파관을 갖고 있고, 상기 흡입 튜브 및 상기 광학 도파관은 단일 휴대형 기기를 형성하도록 함께 결합된 조명 흡입 장치를 제공하는 단계를 포함할 수 있다. 상기 방법은 또한 상기 조명 흡입 장치의 말단 단부를 상기 수술 필드 내에 위치시키는 단계 및 상기 광학 도파관의 말단 단부 또는 외부 표면 위에 배치된 광 추출 특징부에 의해 상기 광학 도파관으로부터 광을 추출함으로써 상기 수술 필드를 조명하는 단계로서, 상기 추출된 광은 또한 상기 추출 특징부에 의해 지향되어 상기 수술 필드 내에 사전 선택된 조명 패턴을 형성하는 단계를 포함하고 있다. 상기 수술 필드를 조명하는 동안, 상기 흡입 튜브에 의해 상기 수술 필드로부터 유체 또는 다른 이물질이 흡입될 수 있다.

[0024] 상기 조명 흡입 장치는 상기 흡입 튜브 둘레에 배치된 광학 클래딩의 내부 층을 포함할 수 있다. 상기 광학 클래딩의 내부 층은 상기 흡입 튜브와 상기 광학 도파관 사이에 배치될 수 있다. 상기 흡입 튜브와 상기 광학 도파관 모두의 둘레에는 광학 클래딩의 외부 층이 배치될 수 있다.

[0025] 상기 광학 도파관의 말단 단부가 상기 조직과 맞물리지 않도록 하면서 상기 조명 흡입 장치의 말단 단부가 상기 조직과 맞물리도록 위치될 수 있다. 상기 광학 도파관의 말단 단부는 안에 일체화되어 형성된 렌즈의 어레이를 포함할 수 있다. 상기 수술 필드를 조명하는 단계는 상기 수술 필드에서 적어도 광의 제1 스폿은 광의 제2 스폿과 중첩되도록 상기 어레이 내의 각 렌즈로부터 광의 스폿을 투사하는 단계를 포함할 수 있다. 상기 수술 필드를 조명하는 단계는 또한, 하나 이상의 광 추출 구조에 의해 상기 광학 도파관으로부터 광을 추출하는 단계를 포함할 수 있다. 상기 추출된 광은 상기 광학 도파관으로부터 측방향으로 그리고 말단 방향으로 멀리 지향될 수 있다. 상기 수술 필드를 조명하는 단계는 상기 수술 필드를 편광된 광으로 조명하는 단계를 포함할 수 있다. 상기 수술 필드를 조명하는 단계는 하나 이상의 파장의 광이 사술 필드에 전달되도록 상기 광학 도파관에 의해 전달된 광을 필터링하는 단계를 포함할 수 있다.

[0026] 상기 방법은 상기 흡입 튜브에 의해 제공된 흡입 강도를 흡입 제어 메커니즘에 의해 제어하는 단계를 더 포함할 수 있다. 상기 방법은 또한, 상기 흡입 튜브에 의해 전달된 전류로 상기 조직을 자극하는 단계를 포함할 수 있다. 상기 광학 도파관을 상기 흡입 튜브에 상대적으로 미끄러짐 가능하도록 위치시켜서 상기 조직 위의 상기 추출된 광의 스폿 크기를 증가시키거나 감소시킬 수 있다.

[0027] 본 발명의 다른 특징에서, 조명 흡입 장치를 제조하는 방법은 근접 단부, 말단 단부 및 상기 근접 단부, 말단 단부 사이에 배치된 중심부, 내부 표면 및 외부 표면을 갖고 있는 상기 흡입 튜브를 제공하는 단계 및 근접 단부, 말단 단부, 및 외부 표면을 갖고 있는 비광섬유 광학 도파관으로서, 광을 상기 광학 도파관을 통해 전체 내부 반사에 의해 전송하는 상기 광학 광학 도파관을 제공하는 단계를 포함한다. 광학 클래딩의 내부 층은 상기 흡입 튜브의 중심부의 외부 표면 위에 끼워맞추어지고, 상기 광학 도파관은 상기 광학 클래딩의 내부 층이 상기 광학 도파관과 상기 흡입 튜브 사이에 배치된 상태로 상기 흡입 튜브와 결합되어 있다. 상기 광학 클래딩의 외부 층은 상기 흡입 튜브의 외부 표면 위에 그리고 상기 광학 도파관의 외부 표면 위에 끼워맞추어져 있다.

[0028] 상기 흡입 튜브는 원형 단면을 갖는 튜브를 포함할 수 있다. 상기 광학 도파관은 제1 곡률 반경을 갖는 제1 곡면 사이드 및 제2 곡률 반경을 갖는 제2 곡면 사이드를 가질 수 있다. 상기 제1 곡률 반경은 상기 제2 곡률 반경과 상이할 수 있다. 상기 내부 층을 끼워맞추는 단계는 상기 내부 층을 상기 흡입 튜브 위에 열 수축시키는 단계를 포함할 수 있다. 상기 광학 도파관을 상기 흡입 튜브와 결합시키는 단계는 상기 흡입 튜브를 상기 광학 도파관을 따라 배치된 긴 개방되거나 폐쇄된 채널 내에 배치하는 단계를 포함할 수 있다. 상기 외부 층을 끼워맞추는 단계는 상기 외부 층을 상기 흡입 튜브와 상기 광학 도파관 위에 열 수축시키는 단계를 포함할 수 있다.

[0029] 본 발명의 이러한 장점 및 다른 장점은 다음의 상세한 설명 및 첨부된 도면으로부터 잘 알 수 있다.

[0030] 언급 통합

[0031] 본 명세서에 언급된 모든 공보, 특허 및 특허 출원은 각 개별적인 공보, 특허 또는 특허 출원이 구체적으로 그리고 개별적으로 언급되어 통합된 것으로 지적된 동일한 정도까지 언급되어 통합되어 있다.

도면의 간단한 설명

[0032] 본 발명의 새로운 특징은 첨부된 청구범위에 구체적으로 설명되어 있다. 본 발명의 특징 및 장점은 본 발명의 원리가 사용되는 실시예를 설명하는 다음의 상세한 설명 및 다음의 첨부된 도면으로부터 보다 잘 이해될 것이다.

도 1은 조명 흡입 장치의 사시도이다.

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

도 1b는 전극을 갖는 조명 흡입 장치의 실시예를 도시하는 도면이다.

도 2는 도 1의 조명 흡입 장치의 말단 단부의 확대 사시도이다.

도 2a는 도 2의 렌즈 어레이로부터의 단일 렌즈의 확대도이다.

도 3은 핸들을 가진 조명 흡입 장치의 사시도이다.

도 4는 B-B를 따라서 취해진 도 3의 조명 흡입 장치의 말단 단부의 단면도이다.

도 4a는 조명 흡입 장치의 측면으로부터의 광 추출의 실시예를 설명하는 도면이다.

도 5는 본 개시물에 따른 조명 도관 입력의 단면도이다.

도 6은 대안의 조명 도관의 측면도이다.

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

도 6d는 도 6의 대안의 조명 도관의 액세스 포트의 사시도이다.

도 7은 대안의 조명 도관의 조명 입력의 사시도이다.

도 8은 또다른 조명 도관의 조명 입력의 사시도이다.

도 9는 핸들을 가진 조명 흡입 장치의 사시도이다.

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

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

도 12는 대안의 조명 흡입 장치의 사시도이다.

도 13은 또다른 대안의 조명 흡입 장치의 사시도이다.

도 14는 조명 흡입 장치의 다른 실시예이다.

도 14a 및 도 14b는 도파관의 기하학적 형상의 예를 도시한 도면이다.

도 15a 내지 도 15c는 조정가능한 조명 도파관을 갖는 조명 흡입 장치의 실시예를 설명하는 도면이다.

도 16은 조명 도파관 장치의 단면예를 도시한 도면이다.

도 17은 조명 도파관 장치의 다른 단면을 도시한 도면이다.

발명을 실시하기 위한 구체적인 내용

[0033] 도 1, 도 1a, 도 2 및 도 2a를 참조하면, 조명 흡입 장치(10)는 알루미늄, 스텐레스 강, 또는 임의의 적절한 아크릴 또는 기타 폴리머로 만들어진 흡입 튜브(12)를 포함한다. 흡입 튜브(12)는 흡입 루멘(12L)을 인클로징한다. 조명 도파관(14)은 입력 또는 근접부(12P)와 말단부(12D)를 노출되도록 하면서 흡입 튜브(12)의 중심 부분

(12A) 상의 클래딩층(15)에 대해 고정된다. 조명 도파관(14)은 조명기 입력 단부(14P)로부터 출구로 광 출력면, 또는 출력 단부(14D) 상의 말단 표면(14F)을 통해 광(11L)이 진행할 때에 광의 혼합을 최적화하도록 평평한 측면(14S) 또는 측면(14T)과 같이 구성된 하나 이상의 측면, 표면 또는 다른 부분을 가질 수 있다.

[0034] 조명 도파관(14)은 광을 효율적으로 전송하는 시클로 올리펜 폴리머와 같은 광학 그레이드 공학 열가소성 재료로 만들어진다. 시클로 올리펜 코폴리머, 폴리카보나이트, 아크릴 또는 TPC와 같은 임의의 기타 적절한 재료가 또한 사용될 수 있다. 도파관 구조의 각도와 굽힘(bend)은 광이 전체 내부 반사(total internal reflection, TIR)에 의해 도파관을 통과하여 전송하도록 기계가공된다. 측벽 및 기타 피처는 광이 혼합되지만 그것이 조명기의 말단부에 도달하여 선택된 균일도로 탈출할 때까지 벗어나는 것을 허용하지 않도록 평평한 영역과 각도를 가진다. TIR에 의해 반사된 광은 고효율(거의 100%의 효율)로 반사된다. 흡입 튜브(12)는 100% 반사가 아닌 조명 도파관(14)과의 인터페이스를 도입한다. 따라서, 코팅되지 않거나 또는 처리되지 않은 흡입 튜브는 광의 작은 부분이 손실되어 흡수되거나 또는 각각의 반사시 산란하여, 결국 열화한 광 전송 효율을 가져온다. 도파관을 통한 TIR을 보존시키기 위해, 특정한 굴절률을 가진 클래딩 재료(15)가 흡입 튜브와 도파관 사이에 배치된다. TIR은 또한 잠재적으로 조명 도파관(14)의 외부 노출 표면(14X)과 접촉하게 되는 수술 부위로부터의 혈액 또는 불순물(foreign matter)에 의해 교란될 수 있다. 특정한 굴절률을 가진 외부 클래딩 층(15X)이 또한 도파관의 외부에 부착될 수 있다. 도파관 재료는 금속 흡입 튜브로부터의 음영에 의해 방해받지않는 말단 단부(14D)로부터의 조명 패턴을 제공하도록 흡입 튜브(12)를 완벽하게 둘러싼다. 도파관과 TIR-보존 재료는 최적화된 광 탈출 각도, 총 광 출력, 및 수술 부위를 적절하게 시각화하기에 적합한 조명을 제공하도록 선택된다. 흡입 튜브(12)는 조명기로부터의 광 출력과 상호작용하는 것으로부터 야기된 발광 또는 반사를 감소시키기 위해 처리될 수 있다(예를 들면, 알루미늄 케이스에서 양극처리(anodized)된다).

[0035] 도 1b은 전극을 갖는 조명 흡입 장치의 대안의 실시예를 도시하는 도면이다. 하나 이상의 전극(13e)은 흡입 튜브(12)의 말단부에 배치될 수 있고 및/또는 하나 이상의 전극(15e)이 도파관(14)의 말단부에 배치될 수 있다. 이러한 전극들에 의해 조명 흡입 장치는 신경과 같은 다양한 조직을 자극하거나 조직을 지지하기 위한 프로브로서 사용될 수 있다. 전선 또는 다른 도체가 조명 흡입 장치(10a)의 인접 단부에 전극을 결합시킬 수 있고, 그 다음, 이러한 인접 단부는 전극(13e 또는 15e)에 의해 전달되는 전류를 제공하는 에너지원과 결합될 수 있다. 전극은 흡입 튜브의 외면에 부착될 수 있거나, 외부 클래딩(15)의 일부는 제거되어 금속 흡입 튜브가 노출되고 전극으로서 사용될 수 있도록 할 수 있다. 따라서, 흡입 튜브 자체는 도체 및 전극으로서 사용될 수 있다. 마찬가지로, 전극은 도파관의 외면에 부착될 수 있거나, 클래딩(15X)의 일부는 제거되어 도파관의 일부는 노출되고 도전성을 갖는 경우에 전극으로서 사용될 수 있도록 할 수 있거나, 전극들은 도파관에 결합될 수 있다. 그 다음, 조명 흡입 장치는 모노폴라 또는 바이폴라 모드로 동작될 수 있다.

[0036] 대안의 구성에서, 도파관(14)의 말단 표면(14F)은 광(11L)이 조명 패턴(19)을 형성하는 방식을 제어하기 위해 임의의 적합한 표면 처리를 포함할 수 있다. 하나 이상의 렌즈, 또는 렌즈 어레이(24)와 같은 렌즈 에러이는 말단 표면(14F)에 형성될 수 있다. 렌즈 어레이(24)와 같은 적합한 광 특징부는 요구되는 조명 패턴을 생성하기 위해 동일하거나, 유사하거나 상이한 형상 및 크기의 렌즈를 포함할 수 있다. 렌즈 형상 및 반경의 조합이 도파관의 말단 표면 또는 출력면상의 렌즈 배열을 최적화하기 위해 사용될 수 있다. 이러한 렌즈는 말단 표면(14F)의 임의의 부분에 렌즈를 포함할 수 있다. 말단 표면(14F)는 대략 평면이고 직교축(26X, 26Y)에 대해 설명될 수 있다. 렌즈 어레이(24)의 개별적인 렌즈 역시 상이한 방위를 가질 수 있다. 즉, 평면축(26X, 26Y)에 비교하여 상이한 피치를 가질 수 있다. 하나의 실시예에서, 복수의 렌즈는 말단 표면(14F)에 배치되어 있다. 광은 조명 패턴으로 수술 부위쪽으로 각 렌즈로부터 말단에서 발사된다. 렌즈의 피치는 조명 패턴이 이산형이고 서로 별개가 되도록 조정될 수 있거나, 렌즈의 피치는 조명 패턴이 서로 중첩되도록 조정될 수 있다. 중첩 조명 패턴은 렌즈 및/또는 도파관내의 광 디펙트로부터 나오는 불균일한 조명을 제거하는데 도움이 된다. 광 디펙트는 광도파관 및 렌즈내의 파팅 라인, 게이트, 스크래치등에 의해 유발될 수 있다. 조명 패턴을 중첩시킴으로써, 불균일성은 렌즈 어레이내의 인접 렌즈에 의해 제공되는 다른 조명 패턴에 의해 "덮히거나" "제거"된다. 이러한 특징부에 대한 추가 상세하는 아래에 설명되어 있다.

[0037] 렌즈(24A)와 같은 개별적인 렌즈는 임의의 적합한 기하학 형상을 채택할 수 있고 곡면을 갖거나 파셋(facet, 25)과 같은 하나 이상의 파셋으로 파세팅될 수 있다. 렌즈(24A)와 같은 다각형 형상에 의해 렌즈는 서로에 대해 바로 인접하여 위치될 수 있어서 렌즈 사이의 원치않는 광 누출이 방지할 수 있다.

[0038] 다른 실시예에서, 도파관의 말단부는 평면일 수 있거나 곡면(볼록 또는 오목)을 가질 수 있어서 광의 형상화를 돕고 수술 필드에 광을 지향시킬 수 있다. 또한, 편광 소자 또는 필터가 이러한 말단부에 결합될 수 있어서, 도파관은 편광된 광을 수술 필드에 전달할 수 있다. 이러한 수술 필드는 특정 조직을 우선 시각화하는 것이 유

리할 수 있다. 편광 소자는 또한 와이어 그리드 편광기일 수 있다.

[0039] 도 14는 조명 흡입 장치(1400)의 다른 실시예를 도시하고 있다. 조명 흡입 장치(1400)는 흡입 튜브(1402)에 인접하여 배치된 조명 도파관(1410)을 포함하고 있다. 이러한 흡입 튜브는 가단성의 금속 또는 다른 가단성의 재료로 형성될 수 있어서 직선의 비교적 강성인 말단부(1402r) 및 사전에 구부린 가요성 근접부(1402f)를 갖고 있다. 흡입 튜브(1402)는 진공 소스(도시되지 않음)에 흡입 튜브(1402)를 유체 연결하는 가요성 튜빙(1406)에 결합될 수 있어서 흡입 튜브(1402)의 말단팁(1404)은 수술 필드로부터 유체 또는 다른 물질을 제거하는데 사용될 수 있다. 조명 도파관(1410)은 (바람직하게는, 여기에 설명된 도파관중 어느 하나와 같이) 비섬유 광도파관인 것이 바람직하다. 이러한 도파관은 도 14에 설명된 바와 같이 원통형일 수 있거나, 정방형 단면, 직방형, 계란형, 타원형등, 또는 여기에 설명된 다른 기하학적 형상중 하나와 같은 다른 프로파일을 가질 수 있다. 이러한 사전굽힘 가단부(1402)에 의해 외과의 또는 다른 조작자는 흡입 장치를 구부려 다양한 수술 사이트에 접근할 수 있고 상이한 해부학적 구조를 수용할 수 있다. 도파관의 다른 가능한 다면이 도파관(1410a)의 높이가 근방단부가 말단부보다 높도록 테이퍼된 도 14a 내지 도 14b에 설명되어 있다. 또한, 도파관(1410a)의 폭은 도 14b에 도시된 바와 같이, 근방단부로부터 말단부로 증가할 수 있다. 이러한 기하학적 형상에 의해 수술 필드에서 보다 작은 절개부에 끼워맞추어지고 보다 적은 공간을 차지할 수 있도록 보다 낮은 프로파일을 갖는 트럼펫 형상의 도파관을 얻을 수 있다.

[0040] 도 14에 도시된 실시예에서, 조명 도파관은 흡입 튜브(1402)와 같이, 플랫 상면 및 플랫 하면을 갖고 있다. 따라서, 조명 도파관층의 바닥면은 흡입 튜브의 상면과 동일평면을 갖는다. 그다음, 히트 쉬링크와 같은 외부 시스(1414)는 조명 도파관 및 흡입 튜브를 함께 유지하는데 사용될 수 있다. 외부 시스(1414)는 광의 손실을 최소화하기 위해 요구되는 광특성을 갖도록 선택될 수 있다. 예를 들어, FEP 히트 쉬링크는 바람직한 굴절률을 가져서 광은 도파관(1410)을 따라 전송된 다음, 여기에 설명된 추출 특징부중 하나를 사용하여 말단부(1412)로부터 추출된다. 또한, 외부 시스(1414)는 도파관 및 흡입 튜브 위에 뻗은 밀착형 폴리머 시스일 수 있고, 열수축 튜빙이 아닐 수 있다. 또한, 늘릴 수 있는 밀착형 튜빙(도시되지 않음) 또는 열 수축 튜빙과 같은 클래딩의 별개층이 흡입 튜브에 배치될 수 있어서 흡입 튜브와 조명 도파관 사이의 접촉에 의해 유발된 광 손실을 최소화하기 위해 흡입 튜브 위에 배치될 수 있다. 클래딩의 별개의 층은 FEP 튜빙일 수 있거나 여기에 설명된 임의의 다른 재료일 수 있고, 흡입 튜브의 원주 둘레 전체에 배치되는 것이 바람직하다. 광섬유 케이블(1408)은 조명 도파관을 외부 광원(도시되지 않음)과 결합시킨다. 이러한 실시예에서 광섬유 케이블은 도파관과 일체로 되어 (예를 들어, 함께 주입 오버몰딩된다) 서로 고정되도록 연결되는 것이 바람직하다. 대안의 실시예에서, 광섬유 케이블은 도파관에 해제가능하도록 연결되어 있다. 흡입 튜브와 가요성 튜빙(1406) 사이의 접속점 근방의 도파관에 광섬유 케이블(1408)을 연결함으로써, 외과의 또는 운전자는 광섬유 케이블로부터의 간섭 없이 흡입 튜브를 용이하게 구부리거나 조작할 수 있다. 광섬유 케이블(1408)은 도파관(1402)과 결합될 수 있어서, 가단성 굽힘부(1402)는 구부러지고, 광섬유 케이블(1408)은 흡입 튜브(1402f)와 함께 구부러지거나, 다른 실시예에서, 광섬유 케이블(1408)은 구부러진 가단부(1402f)와 결합될 필요가 없고 흡입 튜브에 독립적으로 그리고 자유롭게 매달릴 수 있다.

[0041] 여기에 개시된 실시예중 하나에서, 흡입 튜브를 따른 도파관 위치는 조정될 수 있다. 예를 들어, 도 15a에서, 조명 흡입 장치(1500)는 광섬유 케이블(1504)에 결합된 조명 도파관(1502)을 포함하고 있다. 이러한 조명 도파관(1502)은 가요성 진공 튜빙(1508)에 연결된 흡입 튜브(1506) 위에 미끄러짐 가능하도록 배치되어 있다. 이러한 도파관은 흡입 튜브(1506)에 대해 근접하거나 멀어지도록 미끄러질 수 있고, 이것은 수술 필드에서의 광 출력 스폿 크기 및 휘도의 조정을 가능하게 한다. 도 15b에서, 도파관(1502)은 흡입 튜브(1506)에 말단으로 진행하여 보다 작은 광의 스폿(1510) 및 보다 밝게 빛나는 수술 필드 및 흡입 튜브의 말단팁을 얻을 수 있다. 도 15c에서, 조명 도파관은 흡입 튜브에 비교하여 근접하여 후퇴되어서 광 스폿 크기(1510)는 보다 커지고 도 15b에서 보다 확산되어서 수술 필드를 보다 어둡게 조명하는 것은 물론 흡입 튜브의 말단팁을 보다 어둡게 비춘다. 도 15a의 도파관(1502)은 원형 단면을 가질 수 있거나 평면, 곡면, 직방형, 또는 여기에 개시된 임의의 단면과 같은 다른 단면을 가질 수 있다. 일부 실시예에서, 도파관은 흡입 튜브를 수용하기 위한 새들을 형성하는 오목 내면, 및 볼록 외면을 갖고 있다. 이로 인해 도파관은 도 16에 대해 여기에 설명된 바와 같이, 낮은 프로파일을 갖는 흡입 튜브와 결합될 수 있다.

[0042] 도 3을 참조하면, 광원(11)으로부터의 광(11L)은 광섬유 케이블(11C)과 같은 임의의 적절한 장치를 이용하여 조명 도파관으로 전달되고, 그런다음 도파관(14)을 통해 전달되어 도파관의 말단 단부(14D) 상의 또는 그에 인접한 임의의 적절한 구조 또는 구조들로부터 벗어난다. 대안으로, LED와 같은 광원이 광섬유 연결의 필요를 제거하도록 흡입 핸들에 일체화될 수도 있다. 흡입 소스(13)로부터의 진공은 진공 입력(22P)에 연결된 튜브(13T)와

같은 임의의 적절한 흡입 튜브를 이용하여 조명 흡입 장치(19)로 전달된다. 흡입 튜브(12)의 말단 단부에서 가용한 진공은 핸들(22)에서 흡입 홀(H) 전부 또는 그 일부를 덮음으로써 제어될 수 있다.

[0043] 조명 흡입 장치(10)는 ABS 또는 폴리카보나이트와 같은 상대적으로 저비용인 엔지니어링 플라스틱으로 만들어진 핸들(22)과 같은 핸들로 통합될 수 있다. 핸들(22)은 스냅핏(snap fit), 아교, 또는 함께 초음파 용접되도록 설계된 개별 사출 성형된 컴포넌트가 될 수 있는 2개 이상의 컴포넌트로 형성될 수 있다. 대안으로, 핸들은 오버-몰딩 프로세스를 통해 장치(10)와 같은 조명 흡입 장치 상에 형성될 수 있다. 조명 흡입 장치(19)와 같은 조합된 디바이스의 근접부는 또한 의사로하여금 손가락으로 홀의 전부 또는 일부를 차단함으로써 흡입 기능을 이네이블하게하도록 적절하게 배치된 홀, 홀(H)을 가지고 있으며; 홀은 그것이 차단되지 않을때 "흡입 누설"을 생성함으로써 흡입을 디세이블하게 하는, 디바이스에서의 흡입 경로와 통해있다. Fukijima 흡입의 경우에서와 같이, 홀의 기하학적 형상을 변화시키면 흡입 기능의 보다 정교한 조정이 가능하다. 핸들(22)의 근접 단부는 또한 양성 ACMI(male ACMI) 연결 또는 기타 적절한 커넥터와 같은, 조명 도파관(14)에 부착되는 전통적인 광섬유 케이블용 입력과, 부착되기 위해 다양한 크기의 표준 가요성 흡입 PVC 흡입 튜브에 적합한 미늘이 있는 피팅이 될 수 있는 진공 포트(21P)와 같은 진공 포트를 또한 포함할 수 있다. 광섬유 케이블은 광(11)과 같은 고강도 광원에 부착된다. 흡입 튜브(13T)는 진공 소스(13)와 같은 통합된 진공 펌프를 가진 배수관 수집 컨테이너(waste collection container)와 같은 OR에서의 임의의 표준 진공 소스에 부착된다.

[0044] 도 4를 참조하면, 광 빔(11B)은 입력 소스의 개구수(NA), 재료의 굴절률, 도파관의 형상과 같은 광학 속성에 기초하여 특정 각도로 도파관 말단 표면(14F)을 빠져나간다. 타겟 수술 필드로 캐스팅된 광 패턴은 특정거리에 기초하여 최적화되고, 조명기는 흡입 튜브의 말단 팁(12D)으로부터 다시 세팅된다. 주어진 광원 구성에 대해, 광 빔(11B)의 다이버전스 각도(18)는 평면(21)과 같은 조명기에 직교하는 임의의 타겟 평면에서 총 광출력과 조명 크기(17)를 가진 특정한 조명 패턴(19)을 가져온다. 흡입 튜브의 말단 팁에서의 평면은 의사가 조직을 흡입 또는 견인(retract)할 수 있도록 원하는 수술 타겟에 말단 팁을 배치하기 때문에 특히 관심 대상이다.

[0045] 도 4a는 광(25)을 추출하고 광(25)을 측방향으로 그리고 수술 필드쪽으로 말단으로 지향시키는 조명 도파관의 측면 상에 광 추출 특징부(23)를 갖는 조명 흡입 장치의 대안의 실시예를 도시하고 있다. 이러한 특징부는 단독으로 또는 상술된 말단 특징부와 조합되어 사용될 수 있다. 이러한 추출 특징부는 프리즘, 렌즈, 렌즈렛, 멀티플 파셋 또는 도파관으로부터 광을 추출하고 이러한 광을 요구되는 패턴으로 요구되는 영역으로 지향시키는 당업계에 공지된 다른 표면 특징부를 포함할 수 있다. 이러한 추출 특징부는 별개의 영역에 배치되어 오직 이러한 영역으로부터 광을 추출할 수 있거나, 추출 특징부는 도파관 둘레에 원주방향으로 배치되어서 균일한 링의 광이 도파관으로부터 방출될 수 있다. 측방향 추출 특징부 및 말단 광 특징부 모두를 사용함으로써 도파관의 측면으로부터 확산광이 방출될 수 있음과 동시에 보다 초점맞추어진 광이 도파관의 말단팁으로부터 방출될 수 있다.

[0046] 도 5를 참조하면, 광원(11)은 굴절률 1.52를 가진 시클로 올리펜 폴리머 코어(30), 굴절률 1.33을 가진 플루오르로 처리된 에틸렌 프로필렌(FEP) 클래딩, 및 클래딩(32)을 둘러싼 외부 환경으로 광(11L)을 전송하고 있다. 광원(11)은 1의 굴절률을 가진 공기중에 있고, 반 원뿔의 각도에 대응하는 0.55의 개구수(NA), 및 33.4° 의 각도(36)라고 가정된다. 광원(11)의 NA는 각도(37)에 대응하는 광(11L)이 커플링될 때의 코어로의 입사각이다. 내부 광선(31)은 먼저 33.4° 의 반 원뿔 각도로 코어(30)로 들어가고, 그것이 코어(30)로 지나갈 때, 21.2° 의 각도, 내부 굴절 각도(39)로 굴절된다. 내부 광(31)은 그런다음 각도(41)인 68.8° 의 각도로 코어-클래딩 경계(40)와 상호교차한다. 각도(40)가 코어와 클래딩 인덱스에 의해 결정되는 임계각도 보다 더 큰 한은, 광(31)은 TIR을 수행하고 광(31) 중 어떤 것도 클래딩으로 전달되지 못한다. 이러한 경우(n-core=1.52 및 n-클래딩 =1.33), 임계각은 61.0° 이다.

[0047] 이러한 광선 추적은 코어-클래딩 경계에서 모든 광이 TIR을 수행할 수 있도록 하는 최대 소스 NA를 판정하기 위해 임계 각도로부터 역으로 수행될 수 있다. 반사 각도(41)가 선택된 코어 및 클래딩에 대한 임계 각도에 대응하는 61.0° 라면, 내부 반사각(39)은 각도(37)가 47.4° 이어야 한다는 것을 의미하는 29° 이다. 47.4° 로부터, 소스 NA는 0.72가 되도록 연산된다. 따라서, 시클로 올리핀 폴리머/FEP 조합을 이용하면, 매우 더 높은 NA/효율을 가진 입력 소스가 사용될 수 있다.

[0048] 소스 NA가 도파관에 커플링된 모든 광이 코어-클래딩 경계에서 TIR을 수행하도록 된다면, 클래딩에서 진행하는 광은 없을 것이고 환경 인덱스는 도파관 전송에 영향을 주지 못하고, 어떤 광도 클래딩-환경 경계에 닿지 못한다. 하기 표에서의 데이터는, 시클로 올리핀 폴리머 코어(n=1.52)에 대해 클래딩 인덱스가 1.0으로부터 1.46으로 변할때, 임계 각도가 코어-클래딩 경계에서 어떻게 변하는지를 보여준다. 이는 특히 굴절 구조 설계시에 연

관된다. 미리 임계 각도를 안다면, 환경 또는 클래딩에 기초하여, 구조는 우선적으로 조명 도관으로부터의 누설 광에 대해 설계될 수 있다.

표 1

[0049]

클래딩 인덱스	코어-클래딩 임계 각도(°)
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

[0050] 시클로 올리핀 폴리머로의 클래딩으로서 FEP를 이용할 때, 임계 각도는 0.55NA로부터의 각도보다 더 작다(68.8°). 클래딩이 사용되지 않았다면, 1.417 이상의 인덱스에서, TIR이 유지관리되지 않기 때문에 임계 각도는 광 누설을 일으키는 입력 각도와 같게 된다. 또한, FEP 클래딩을 가진 시클로 올리핀 폴리머 코어의 조합은 0.55를 초과하는 NA를 가진 입력 소스의 사용을 허용한다. 입력 소스는 더 큰 수용 각도에 기인하여 소스로부터의 더 큰 광 캡처를 가능하게 하고, 일정한 전송 효율을 가정하여 조명 도관을 통과하는 더 많은 광을 제공한다. FEP의 임계 각도와 개방 환경을 이해하면, 구조는 조명 도관으로부터 광을 추출하기 위해 보다 정확하게 설계될 수 있다.FEP와 같은 임의의 적절한 클래딩 재료가 열선총 또는 가열축함(hot-box)으로부터의 포커싱된 열을 가지고 대형의 FEP의 수동 또는 반자동 수축-애플리케이션과 같은 방법을 통해 흡입 튜브(12)의 중심부(12A)에 도포되어, FEP의 특성 수축 비율을 레버리징할 수 있다. 클래딩 되는 중심부(12A) 또는 임의의 기타 적절한 표면에 대해 FEP의 액체 코팅을 도포하는 것과 같은, FEP와 같은 클래딩의 기타 기술이 사용될 수 있다. 통합된 클래딩(15)을 가진 흡입 튜브(12)가 그런다음 인서트 몰딩된(종래 고-체적 사출 성형을 통해) 조명 도파관(14)을 가질 수 있고, 도파관(14)은 총 내부 반사를 유지할 수 있다. 흡입 튜브(12)와 조명 도파관(14) 사이의 클래딩(15)의 사용은 흡입 튜브가 금속 또는 플라스틱과 같은 임의의 적절한 재료로 형성될 수 있도록 한다. 흡입 튜브용 플라스틱 재료의 선택은, 흡입 튜브와 도파관의 인터페이스에서의 차(differential)를 유지하기 위해 1.52의 인덱스를 가진 도파관을 사용하도록 재료의 인덱스가 1.42 미만이 되도록 할 필요가 있다. 그러나, 플라스틱의 사용은 몰딩 캐비티 내에서 상대적으로 고온 및 고압을 요구하는 사출 성형 프로세스가 가진 문제점을 생성할 수 있다. 대안으로, 디바이스는 조명 도파관(14)이 그를 통해 지나가는 추가적인 흡입 도관 없이 내부 루멘으로 형성되도록 제조될 수 있다. 이러한 접근방식에 내재된 문제점은 루멘을 통과하는 생물학적 물질(혈액 등) 배설과 처치 전체에서 조명 도파관 루멘의 내부 표면과 접촉하는 것으로부터 발생하는 잠재적인 광 전송 효율 손실이다.

[0051] 1.33의 인덱스를 가진 클래딩은 1.52 또는 그에 근접한 굴절률을 가진 조명 도파관으로 사용될 때 환경의 인덱스 또는 클래딩 두께에 대한 광 전송 의존성을 보이지 않는다. 1.33의 인덱스를 가진 클래딩에 대해, 조명 도파관에 결합된 광은 코어-클래딩 인터페이스에서의 총 내부 반사에 기인하여 코어에 대해 한정된다. 따라서, 클래딩을 통해 진행하는 광이 없고, 클래딩 환경의 경계 조건을 전송시 무시가능한 팩터로 만든다. 인덱스 1.52를 가진 시클로 올리핀 폴리머 코어를 가진 클래딩 재료로서 사용되는 1.33의 인덱스의 Teflon FEP는 3개의 각각의 시뮬레이션된 수술 환경에서 클래딩의 두께에 의존하지 않는 것을 보여준다.

[0052] 바람직한 실시예가 흡입 튜브 위에 및/또는 도파관 위에 클래딩으로서 열 수축을 사용하고 있지만, 다른 실시예에서, 낮은 굴절률의 폴리머가 주입 성형되거나 도파관 위에 형성될 수 있다. 도 17은 이러한 폴리머(1706)가 위에 성형된 조명 도파관(1704)을 도시하고 있다. 이것으로 인해 폴리머는 도파관으로부터 광 손실을 최소화할 수 있고 폴리머(1706) 케이싱이 흡입 튜브 또는 다른 수술 기기에 부착되기 위해 사용될 수 있다. 예를 들어, 이러한 2개는 서로 본딩되거나, 용매 본딩되거나, 용접되거나 서로 결합될 수 있다. 다른 실시예에서, 스냅 또는 다른 결합 메커니즘이 폴리머 및 흡입 튜브에 결합되어 스냅 끼워맞춤부를 형성한다.

[0053] 1.46의 굴절률을 가진 재료로 형성된 조명 도파관은 외부 환경 뿐 아니라 양측 클래딩 두께에 대한 광 전송 의존성을 보여준다. 이는 0.55의 NA에서 조명 도파관으로 광을 인도한 결과이다. 이러한 조건하에서, 광은 코어-클래딩 경계의 임계각보다 작은 각도로 코어로 입사하여, 광이 클래딩으로 전파하도록 한다. 광이 클래딩을

통해 전파하기 때문에, 클래딩-환경 경계 조건(임계각)은 광 전송에서의 팩터이다. 광이 클래딩을 통해 전파하는 것에 기인하여, 두께가 증가할 수록 광선이 도파관의 길이를 횡단할 때 더 적은 횟수로 경계에서 반사되기때문에 클래딩 두께는 또한 전송에 영향을 준다.

[0054] 구조물을 지나가는 광이 굽힘이나 반경과 마주치지 않는 직선 도파관 기하학적 형상은 가장 큰 광 효율을 가져온다. 그러나, 인체공학적 한계 또는 인접하여 부착된 광섬유 케이블 및 흡입 튜브와 같은 디바이스에 연관된 필수적인 액세서리의 호환성 및 관리에 기인하여, 도파관 구조의 말단 전송 바디에 대해 일정한 각도를 형성하도록 근접 광 입력을 설계하는 것이 이로울 수 있다.

[0055] 도 6 및 6a를 참조하면, TIR을 보존하고 흡입 장치(50)의 조명 도파관(51)에서의 전송효율을 최대화하기 위해, 광 입력 섹션(54)과 조명 도파관 본체(55) 사이의 중심 부(52)는 가능한 180도에 근사하도록 상기 입력부 및 본체 사이에서 각도(53)를 형성하도록 구부러져야한다. 튜브에서의 거의 모든 굽힘 또는 반경은 일부 광 누설을 일으킨다. 그러나, 중심부(52)에서의 각도(53)가 150도 이상으로 제한되면, 광 누설은 매우 낮게 되고 광 전송 효율이 최대화된다. 각도(53)이 150도 미만인 경우에는, 도파관 내의 광의 분기를 감소시키거나 제어함으로써 또는 임의의 다른 적합한 기술을 사용하여 광 누설을 감소시킬 수 있다.

[0056] 조명 도파관(51)의 형상은 고체 원통형 입력, 입력부(54)로부터 도파관 본체(55)의 원형 중공 튜브로 모핑하거나 원통형 "스위핑"하거나 구부러진다. 도파관 보어(56)는 흡입 튜브(58)와 같은 임의의 적절한 수술 도구를 수용할 수 있다. 적절한 수술 도구는 액세스 개구(59)를 통해 도파관 보어(56)로 액세스한다. 상술한 바와 같이, 광은 말단 표면(61)을 통해 대다수의 광이 빠져나오면서 말단 단부(60)에서 또는 그에 인접해서 도파관 본체를 빠져나온다. 말단 표면(61)은 편평하거나 임의의 다른 적합한 단순하거나 복잡한 형상을 가질 수 있다. 말단 표면(61)은 광을 추출하고 조명의 필드로 지향시키기 위한 여기에 개시된 표면 특징부중 하나를 가질 수 있다.

[0057] 조명 도파관(51)의 단면 면적이 입력 섹션(54)의 섹션(63)으로부터 중심 센션(65)으로, 말단 단부(60)에 인접한 말단 단면(67)으로 광 전송 경로를 따라 증가하면서, 조명 도파관의 NA가 증가하고, 따라서 광이 조명기의 말단 단부로부터 나올때 광의 다이버전스를 증가시킨다. NA는 또한 굽힘에 의해 영향을 받을 수 있다. NA를 조정하기 위해 카운터벤딩(counter-bend)하는 것이 가능할 수 있다. 또한, 도파관의 NA를 제어하기 위한 다른 기술은 도파관의 표면 내에 몰딩 또는 머시닝 특징부를 포함할 수 있다. 상술한 개념은 또한 흡입 튜브(58)와 같은 임의의 적절한 수술 도구 주위로 오버몰딩되는 2개의 절반부분으로서 제조될 수 있다. 도 6a 내지 도 6c는 도 6의 도파관의 다양한 단면을 설명하고 있고, 도 6d는 개구(59)를 둘러싸는 영역을 하이라이팅하고 있다. 따라서, 도 6b의 실시예에서, 흡입 튜브(1610)는 도 16에 도시된 바와 같이 도파관(1602)의 오목 새들부(1604) 내에 배치되어 있다. 열 수축 튜빙과 같은 광 클래딩(1606)은 흡입 튜브(1610) 주변 전체에 원주방향으로 배치되어 있고, 그다음, 히트 쉬링크와 같은 광 클래딩(1608)의 다른 층이 도파관(1602)과 흡입 튜브(1610) 모두의 원주 전체 둘레에 배치되어 있다. 흡입 튜브 상의 클래딩의 일부는 도파관이 흡입 튜브를 둘러싸고 있지 않은 외부 클래딩의 일부에 접촉하고 있다.

[0058] 또한, 이러한 실시예에서, 내부 새들은 제1 곡률 반경을 갖고 있고 외표면은 상이한 곡률 반경(여기에서는 내부 곡률 반경보다 크다)을 갖고 있다. 대안의 실시예는 다른 조합의 곡률 반경을 가질 수 있다.

[0059] 도 7을 참조하면, 일회용(disposable) 조명 도파관(70)이 독립형 디바이스로서 공급될 수 있다. 다양한 흡입 디바이스 또는 흡입 도구(71)와 같은 기타 적절한 도구가 중심 보어(72)를 통해 조명 도파관의 작업 채널로 삽입될 수 있다. 도파관(70)과 도파관이 다양한 흡입 디바이스로 고정되도록 하는 흡입 도구(71)와 같은 수술 도구 사이에서 연결이 구축될 수 있고, 도파관(70)과 흡입 도구(71) 모두는 단일 유닛으로서 조정되도록 할 수 있다. 이러한 개념은 드릴 등과 같은 중심 보어를 통해 끼워맞추어지는 기타 디바이스에 적용될 수 있다. 추가로, 조명 수술 장치(74)는 흡입 도구(71)와 같은, 중심 보어(72)에 삽입된 임의의 수술 도구에 상대적으로 도파관(70)을 동적 위치시키는데 적합하다. 예를 들면, 사용자는 경로를 따라서있는 흡입 튜브의 길이를 따라서 텔레스코프 조명기뿐 아니라 회전(75)시와 같이 흡입 디바이스에 관해 조명기를 회전시킬 수 있고, 프로시저동안 필요할때 조명 필드(77)를 재배치 또는 확장 또는 수축(contracting)시킨다.

[0060] 대안의 접근방식은 도 7의 입력(78)과 같이 솔리드 입력 원형 또는 타원형을 분할하는 것을 포함하고, 분할된 입력(80)은 입력 광(11L)의 절반이 입력의 하나의 절반, 암(82)으로 지향되고, 입력광(11L)의 다른 절반은 입력의 제 2 절반, 암(83)으로 지향된다. 여기서, 암(82, 83)은 함께 광섬유 케이블(11C)을 맞물리기위한 입력(80)으로서 전체적으로 장방형 단면이 된다. 그러나, 입력(80)은 보다 양질의 광의 혼합을 위해 반원형 암(들), 타원형 또는 다면체를 가진 원형 단면을 가질수 있다. 입력(78, 80)은 중공형상 또는 튜브형상을 가질 수 있고

렌즈로서 동작하는 형상을 가질 수 있거나 복수의 렌즈를 포함할 수 있다. 구성은 또한 TIR을 보존하기 위해 각각의 암의 하나 이상의 영역에 전략적으로 인가되는 FEP 클래딩을 가질 수 있다. 도 6, 도 6a 내지 도 6d 및 도 7의 실시예에서, 광섬유 케이블은 도파관의 입력부에 결합되어 외부 광원으로부터의 광이 광원으로부터 도파관으로 전달될 수 있다. 광섬유 케이블은 도파관의 광 입력부와 해제가능하도록 결합될 수 있거나, 광섬유 케이블은 (예를 들어, 광섬유 케이블을 도파관의 광 입력부와 오버몰딩함으로써) 도파관의 광 입력부와 고정 결합되는 단일 피스이고 함께 일체화될 수 있다. 일체화된 광섬유 케이블 또는 해제가능하게 결합된 광섬유 케이블은 여기에 개시된 도파관 실시예중 하나와 함께 사용될 수 있다. 일체화된 광섬유 케이블 또는 해제가능한 광섬유 케이블 역시 여기에 개시된 다른 실시예중 하나에서 사용될 수 있다.

[0061] 제조 동안, 특히 주입 성형 동안, 광학 부품의 성능을 예측불가능하게 할 수 있는 다양한 결함이 광 부품 내에 또는 위에 형성될 수 있다. 게이트 흠집, 인덱터 핀 마트, 파팅 라인, 몰딩인 스트레스 및 임의의 굽힘 또는 날카로운 에지와 같은 특징부는 불규칙적이고 예측불가능한 출력 광 패턴을 생성할 수 있다. 불규칙적인 광 출력을 보정하기 위해, 광 출력을 확산시킬 도파관의 출력면은 단순히 거칠게 할 수 있다. 거칠어진 출력면은 상당한 효율 손실을 유발하고 광의 출력각을 끌어올린다. 대안의 방법은 효율 손실 및 출력각을 최소화하면서 균일한 조명을 발생하는 결함 패턴의 다수의 중첩 이미지를 투사하는 패턴을 생성하는 것이 될 수 있다. 이것은 도 2의 렌즈 어레이(24)와 같은 출력면 상의 렌즈 어레이에 의해 달성될 수 있다.

[0062] 조명 도파관의 입출력에 대한 렌즈 어레이의 설계는 렌즈의 초점 길이, 어레이내의 렌즈의 품질, 어레이에 대한 임의의 적합한 패턴 및 렌즈 사이의 간격을 고려해야 한다. 렌즈의 렌즈 초점 길이는 확산을 최소화하도록 그리고 어레이의 렌즈의 반경을 최대화하도록 선택될 필요가 있다. 렌즈 직경은 또한 렌즈를 생성하는데 사용되는 툴링을 고려해야 한다. 이러한 툴링에 의해 남겨지거나 생성된 툴 마크는 렌즈의 작은 퍼센트의 직경이어야 한다. 마찬가지로, 렌즈를 너무 작게 만들면 제조가 힘들고 광출력을 확산시킨다. 렌즈가 너무 크면, 너무 적은 중첩 이미지가 존재할 것이고 최종 광 패턴은 균일하지 않을 것이다.

[0063] 비간섭성 및 비시준된(uncollimated) 광은 도파관의 기하학적 형상 및 굴절률로 인해 분기할 것이고 렌즈에 의해 추가된 분기는 고려될 필요가 있다. 렌즈로 인한 5 내지 10도의 분기는 출력광 분기가 도파관의 고유의 분기에 가깝게 유지되도록 선택된다.

[0064] 렌즈 어레이 패턴 역시 중요하다. 렌즈 어레이 패턴은 제조 복잡도와 렌즈 간격 사이의 밸런스이다. 6각형 렌즈는 구형 렌즈와 유사한 광 투사 특성을 유지하면서 최소 렌즈간 간격 및 최소 낭비 공간을 제공한다. 정방형 또는 직방형 스폿 패턴이 요구되는 경우에 직방형 렌즈 어레이 패턴이 선택될 수 있다. 마찬가지로, 직방형 조명 패턴이 렌즈가 형성되는 출력면의 평면의 X와 Y 디멘션 사이의 렌즈 피치를 변화시킴으로써 생성될 수 있다. 예를 들어, 추가적인 미세구조 피처가 광 출력 필드를 균질화 할 뿐 아니라 조명 패턴의 제어를 최적화하기 위해 조명 도파관의 말단 단부로 부가될 수 있다. 일반적으로 회절 특성이고 1 미크론 미만(sub-micron)의 크기의 반사방지 피처가 직교 프레넬 반사 손실을 감소시키기 위해 조명기의 입력 및 출력 면에 부가될 수 있다. 곡선, 굽힘, 및 마운팅 피처와 같은 도파관의 피처들은 열화한 성능을 가져오는 원하지 않는 반사, 광 누설, 섬광, 및 불균일 출력 패턴을 야기할 수 있다. 조명 도파관의 말단부 상에 또는 그에 인접하여 굴절 또는 회절할 수 있는 미세구조 피처를 추가하는 것은 잠재적으로 보다 양질의 광 균일도를 제공하거나 및 또는 조명 패턴의 다이버전스 또는 수렴을 바이어싱하고 또한 조명 필드의 광 출력을 균질화할 수 있다. 도파관의 피처 또는 테이퍼링은 또한 조명 출력을 제어하기 위해 조명 도파관의 외부에 부가될 수 있다. 추가로, 렌즈(78L)와 같은 마이크로 렌즈 또는 기타 마이크로패턴 구조가 입력 빔형상 또는 기타 광 입력 특성을 보다 잘 제어하기 위해 입력(78)과 같은 조명 도파관 입력에 부가될 수 있다. 광 입력 암은 보다 양질의 광 믹스를 제공하기 위해 원형, 정방형, 또는 다면체가 될 수 있다.

[0065] 도파관은 다양한 형상 또는 단면으로 만들어질 수 있다. 현재 바람직한 단면 형상은 원형, 타원형, 또는 6각형이다. 장방형, 삼각형, 또는 정방형과 같은 기타 단면 형상이 가능하다. 그러나, 홀수의 표면뿐 아니라 전체적으로 일정한 표면의 도파관이 출력에서 제 2 패턴을 일으킬 수 있다. 이러한 패턴은 밝고 어두운 점으로서 나타날 것이다. 6각형과 같은 짝수의 더 높은 차수의 다각형을 닮은 단면이 현재 바람직하다. 단면에서의 면의 수가 증가하면, 이들 단면은 원형에 접근할 것이고, 이러한 디바이스 설계는 잠재적으로 제조 처리를 복잡하게 할것이고(사출 성형과 같은), 그에 의해 비용을 증가시킬 것이다.

[0066] 조명기는 광이 입력으로부터 추출 구역으로 진행할 때 자신의 단면을 증가 또는 감소시키도록 테이퍼링된다. 테이퍼링은 NA를 바이어싱하여, 더 밀한 출력 점(탈출구에서 증가되는 면적에 대해) 또는 더 큰 보다 분산된 점(감소된 출구 표면 면적, TIR을 파손)을 야기한다.

[0067] 조명 흡입 디바이스에 대해, 다수의 수술 애플리케이션에서, 디바이스를 둘러싼 주변 조명에 대한 요구가 있다. 조명은 균일하게 주변을 둘러싸거나 견인기(retractor)의 앞쪽에서 지향하도록 대부분의 광에 대해 축에서 벗어난 방향으로 전달될 필요가 있다.

[0068] 도 9 및 10을 참조하면, 조명 흡입 디바이스(90)의 핸들(93)이 도파관(94) 주변으로 공기 갭(91)(n=10)의 생성을 통해 조명 도파관(94) 내에 TIR을 유지하도록 사용될 수 있다. 핸들 구조의 설계는 원하는 공기 갭을 생성하기 위해 도파관(94)의 길이를 부분적으로 또는 완전히 커버하는 부분을 포함한다. 스탠드오프(93X)와 같은 피처가 컴포넌트 사이에 갭을 생성하고 접촉점을 통한 광 누설을 최소화하기 위해 조명기와 접촉해있는 핸들의 표면으로 몰딩될 수 있고 광 데드존(TIR이 거의 없거나 전혀 없는 존)에 위치될 필요가 있다. 유사한 구성이 흡입 튜브(92)와 조명 도파관(94) 사이에 형성될 수 있고, 공기 갭(95)이 조명기의 ID와 흡입 튜브의 OD 사이의 설계 공차에 기초하여 스탠드오프 없이, 또는 스탠드오프(92X) 또는 스탠드오프(93X)와 같은 하나 이상의 스탠드오프를 가지거나, 또는 그의 조합으로 형성될 수 있다. 핸들/도파관 및/또는 도파관/흡입 튜브 사이의 공기 갭은 여기에 개시된 조명 흡입 장치 실시예중 하나에서 사용될 수 있다.

[0069] 조명 도파관(94)으로부터의 광 출력의 분기는 말단 케이싱(96)의 전부 또는 일부가 조명기 상으로 축(97)을 따라서 미끄러지도록 허용함으로써 제어될 수 있다. 사용자는 분기(다이버전스) 각도를 감소시키고 광(99L)의 다이버전스를 감소시키도록 조명 도파관(94) 상으로 튜브를 아래로 미끄러지게 할 수 있다.

[0070] 도 11을 참조하면, 핸들(93)의 설계는 흡입 흐름 제어 홀(H)이 인체공학적으로 편리한 위치에서 사용자에게 제공되도록 흡입 채널 및 솔리드-스테이트 조명기의 적절한 라우팅 및 종단을 수용해야만 한다. 상기 방식에 기초하여, 사용자가 환자로부터 배출된 물질의 흐름 패턴과 조명 흡입 장치를 유지 및 조정하도록 예측되고, 홀(H)은 근접 핸들의 탑 표면(98)에서 또는 그에 근접하여 제시될 수 있다. 이는 탑 섹션(93T)과 바닥 섹션(93B)과 같은 적어도 2개의 부분을 가진 핸들(93)을 형성함으로써 달성될 수 있다. 조명 도파관(94)에 대한 쉴드 및 근접 종단을 제공하는 것에 추가하여, 탑 핸들부(93T)는 또한 흡입 흐름 제어 홀(H)을 포함한다. 탑 및 바닥 핸들부는 고정되고, 바닥부(93B)는 흡입 튜브(92)의 근접 종단(92P)과 통해있는 챔버를 생성한다. 배출된 찌꺼기가 진공 튜브 도관(93P)을 통해 흘러가는 것이 차단되고, 챔버(100) 및 흐름 제어 홀(H)로의 경로의 기하학적 형상에 기초하여 홀(H)로부터 영향을 받지않는다. 대안으로, 필터(102)와 같은 "스트레인너" 또는 "필터"가 임의의 고체 또는 액체 찌꺼기를 캡처하고 상기 찌꺼기가 홀(H)을 통해 나가는 것을 방지하기 위해 핸들(93)에 포함될 수 있다. 핸들(93)에서의 피처는 또한 사용자로 하여금 임의의 수집된 찌꺼기를 청소하기 위해 탑 및 바닥부를 분해할 수 있도록 할 수 있다.

[0071] 따라서 제시된 개념이 완전히 일회성 비-모듈러 디바이스에 포커싱하지만, 하기를 포함하는 대안의 아키텍처가 가능하다:

[0072] a. "빠른-연결" 부착 및 탈착 스킴을 통해 일회성 디바이스와 통합하는 일회성 흡입 팁(양커(yankaeur) 등과 같은 다양한 프렌치 크기 및 스타일).

[0073] b. 도파관 시스(16)와 같은 일회성 조명 시스는 인케이싱되고 인클로징되거나, 그렇지 않으면 광학 도파관 시스(16)에 의해 둘러싸인 예를 들면, 드릴, 절삭도구(burr) 또는 내시경(18)과 같은 임의의 적절한 수술 기기를 수용할 수 있다. 조명 시스는 가요성 실리콘과 같은 다양한 재료가 될 수 있다.

[0074] c. 일회성 말단 흡입 팁 또는 기타 도구(신경 프로브(nerve probe) 등)는 또한 전통적인 광섬유 다발을 포함하고 있는 재사용가능한 근접 조명기와 통합될 수 있다. 이는 케이블을 언플러그할 필요없이 빠르게 팁 스타일 교체를 가능하게 한다. 이러한 접근방식은 트래핑된 배출된 재료를 제거하는(unclog) 수단을 제공한다.

[0075] d. 착탈가능한 한번 사용하는 조명기/흡입 튜브를 가진 재사용가능한 근접 핸들. 케이블을 언플러그할 필요없이 용이하게 디바이스를 교체하고 그로부터 제거할 수 있다.

[0076] 도 12를 참조하면, 흡입 루멘(108)이, 조명 흡입 장치(111)에서 표시되는 것과 같이, 도파관(110)과 같은 조명기를 둘러싸서 형성될 수 있는 흡입 소자(109)에서 형성될 수 있다. 이러한 구성은 출력 광(112)이 조명기와 동축인 중심 조명 튜브를 가짐으로써 야기되는 음영없이 도파관(110)과 같은 원통형 소스로부터 벗어나하도록 한다.

[0077] 조명기를 통과하는 흡입 도관의 라우팅은 조명 출력을 최적화하고 인체공학적 고려를 밸런싱하기 위해 변경될 수있다.

[0078] 도 13을 참조하면, 조명 흡입 장치(116)는, (1) 인접한 노출 단부(118P)가 흡입 제어 기능이 보다 용이하게 사

용자에 의해 액세스될 수 있는 디바이스의 탑부분에 있고, (2) 흡입 튜브의 말단 단부(118D)가 조명 출력 아래의 디바이스의 바닥으로부터 드러나, 상기 흡입 튜브 위로부터 수술 부위의 최적화된 조명을 제공하기위해, 흡입 튜브(118)가 일정한 각도(121)로 조명 도파관(120)을 통해 전략적으로 라우팅될 수 있도록 구성된다. 이러한 구성에서, 흡입 튜브는 보다 완전히 광을 혼합하는 반사표면을 도입함으로써 조명 도파관을 통과하는 광 전송 경로를 변화시킨다. 고 반사 코팅, 공기 갭 및 클래딩(123)과 같은 클래딩을 이용함으로써 효율을 유지하는 것이 가능하다. 그러나, 흡입 튜브의 부가된 반사 표면은 NA가 증가하도록 할 수 있다.

[0079] 조명 흡입 장치(116)와 같은 회전 대칭인 조명 흡입 디바이스는 도파관의 말단 표면으로부터 돌출한 흡입 튜브로부터의 음영을 감소시키는 흡입 튜브의 전략적 포지셔닝을 하는 주변의 균일한 광 출력을 산출할 수 있다. 조명 도파관을 횡단하는 광은 제 2 반사 표면을 가져서 광 출력 패턴을 넓어지게하는 문제점을 가질 수 있다. 조명 흡입 장치(116)는 또한 매우 큰 NA를 가지는 것으로 예측된다.

[0080] 도파관과 같은 조명 도파관은 실리콘과 같은 가단성 재료로 만들어질 수 있다. 이는 흡입 튜브(12)와 같은 기기를 "한 쪽에 대기(pull over)"에 유용할 수 있다. 조명 도파관은 단단한 흡입 튜브에 한쪽에 댈수 있는 실리콘과 같은 가단성 재료로 만들어져, 잠재적으로 비용을 낮출 수 있다. 대안으로, 가단성 조명 도파관 재료는 변형 가능한 흡입 튜브 구조, 또는 선택적인 보강 부재(strength member)(빔 등)를 포함하는 변형가능한 구조상에 형성될 수 있다. 이는 임상 애플리케이션에 적합한 다양한 원하는 형상으로 흡입 튜브의 동적 형성을 가능하게 한다.

[0081] 조명 도파관은 광 출력을 형성 및 제어하기 위해 "적층" 또는 "조성" 구조에서의 다양한 굴절률의 재료로 제조될 수 있다.

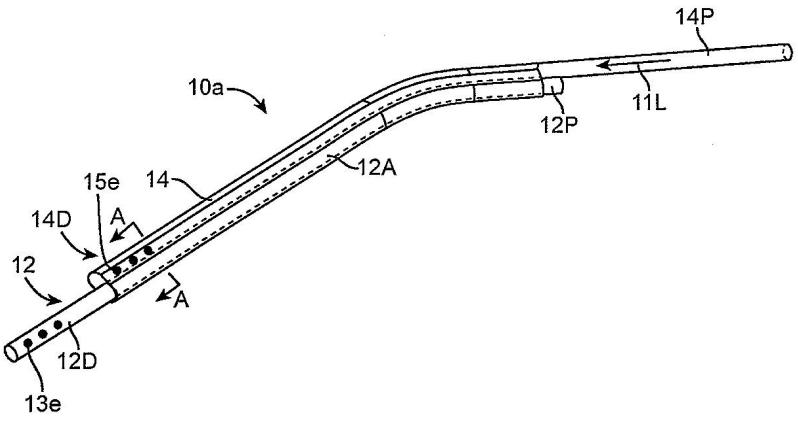
[0082] 대안의 접근 방식은 원형 또는 타원형 단면을 가진 솔리드 광 입력으로 조명 도파관을 분할하는 단계, 상기 도파관을 오리지널 시작 기하학적 형상으로 라우팅 및 재결합시키는 단계를 포함한다. 조명 도파관은 그런다음 내부 흡입 튜브 상에 몰딩될 수 있다. 대안으로, 본 구성에서의 흡입 튜브는 배치된 조명기 기하학적 형상을 따라 뻗어있다.

[0083] 단면 면적이 유지된다면(즉, 분할된 측면 중 어느 하나에 말단 단부 및 근접 단부가 동일한 단면을 가진다면), 도파관의 중간 형상은 조정될 수 있다. 상술한 구성에서, 현저한 효율 손실 또는 NA에서의 변화는 없다. 따라서, 입력 및 출력 광 패턴은 형상 및 강도에 있어서 매우 유사해야 한다.

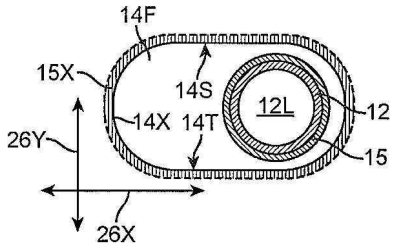
[0084] 본 발명의 바람직한 실시예가 여기에 도시되고 기술되었지만, 이러한 실시예는 단지 예로서 제시되었을 뿐이라는 것은 당업자에게 명백할 것이다. 다수의 변형 및 변화가 본 발명으로부터 벗어남 없이 당업자에게 가능할 것이다. 예를 들어, 조명 흡입 장치의 하나의 실시예에 개시된 임의의 특징은 여기에 개시된 조명 흡입 장치의 다른 실시예에서 사용될 수 있다. 여기에 기술된 본 발명의 실시예에 대한 다양한 대안은 본 발명을 실시하는데 채용될 수 있다는 것을 이해해야 한다. 다음의 청구범위는 본 발명의 범위를 한정하고 이러한 청구범위내의 방법 및 구조 역시 본 발명에 포함되어 있다.

도면

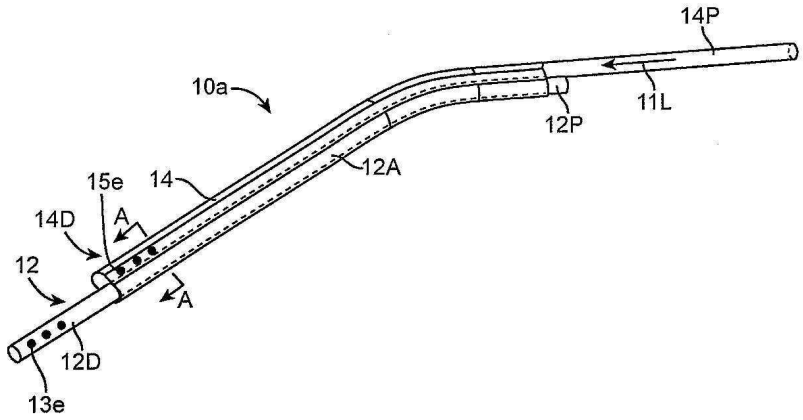
도면1



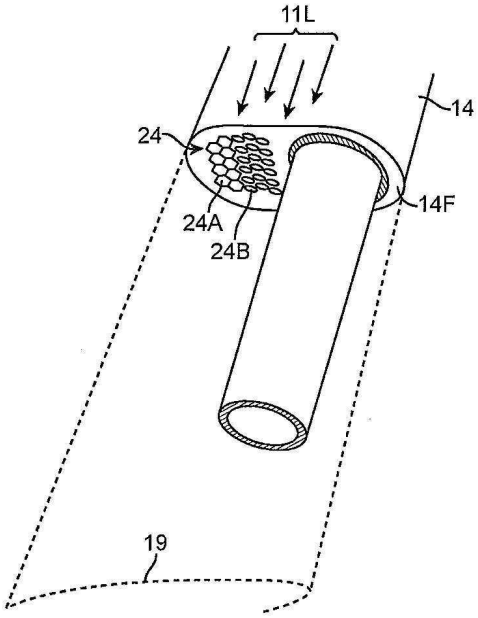
도면1a



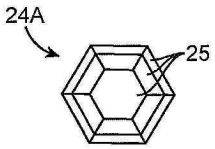
도면1b



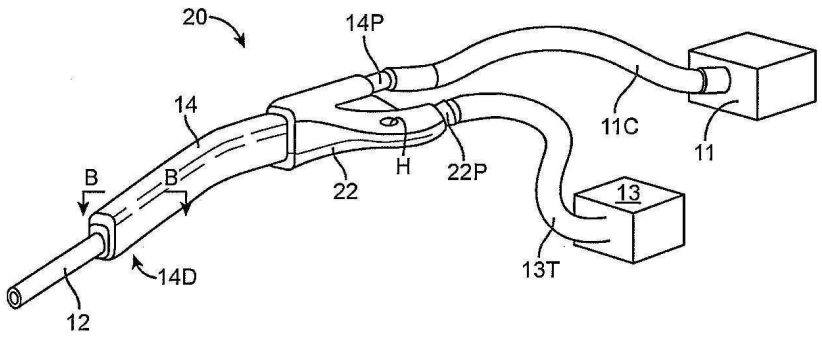
도면2



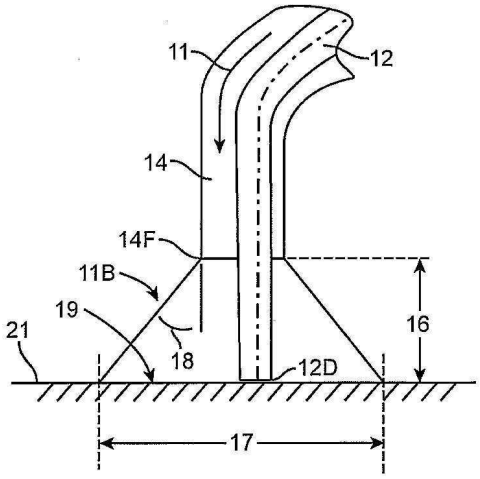
도면2a



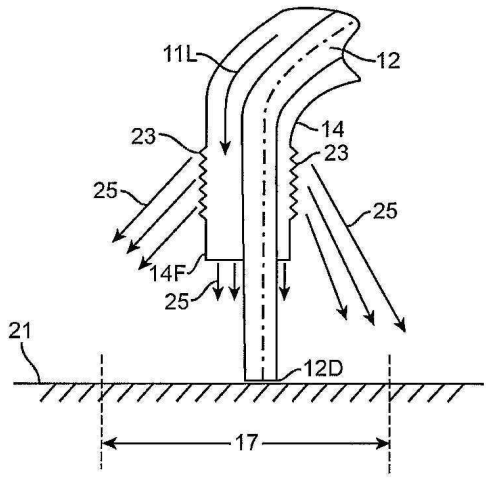
도면3



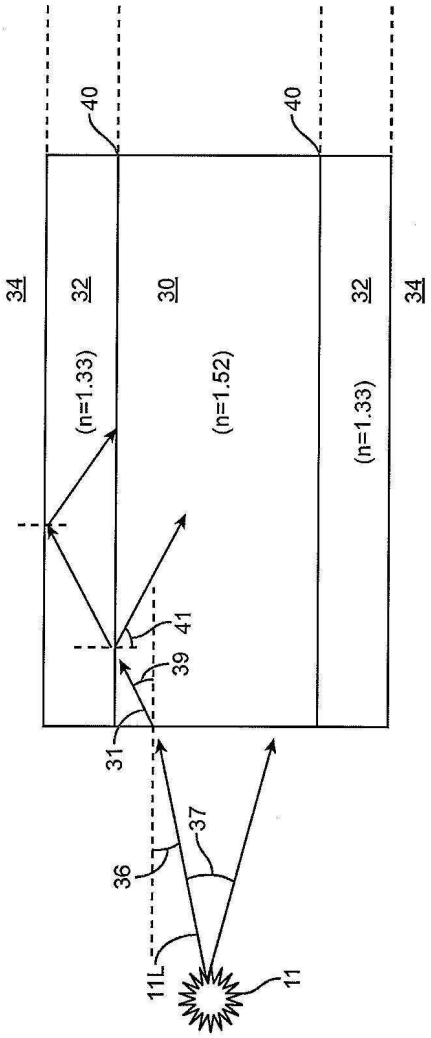
도면4



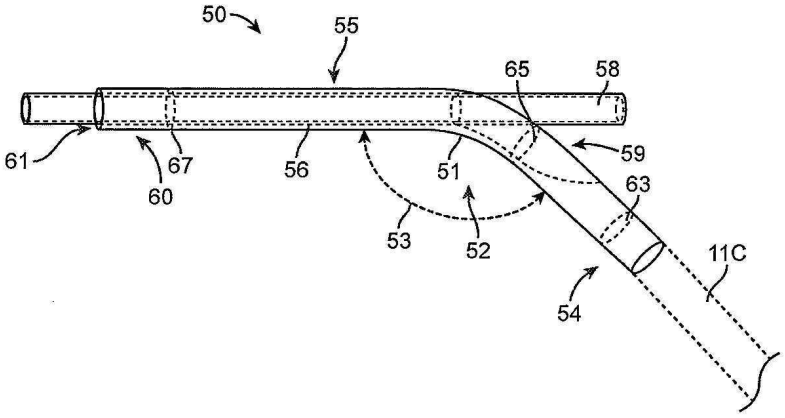
도면4a



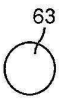
도면5


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

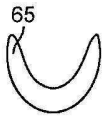
도면6


50
55
65
58
61
67
60
56
51
59
63
53
52
11C
54

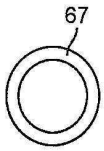
도면6a


63

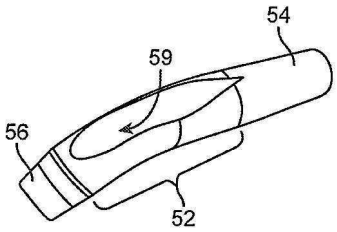
도면6b



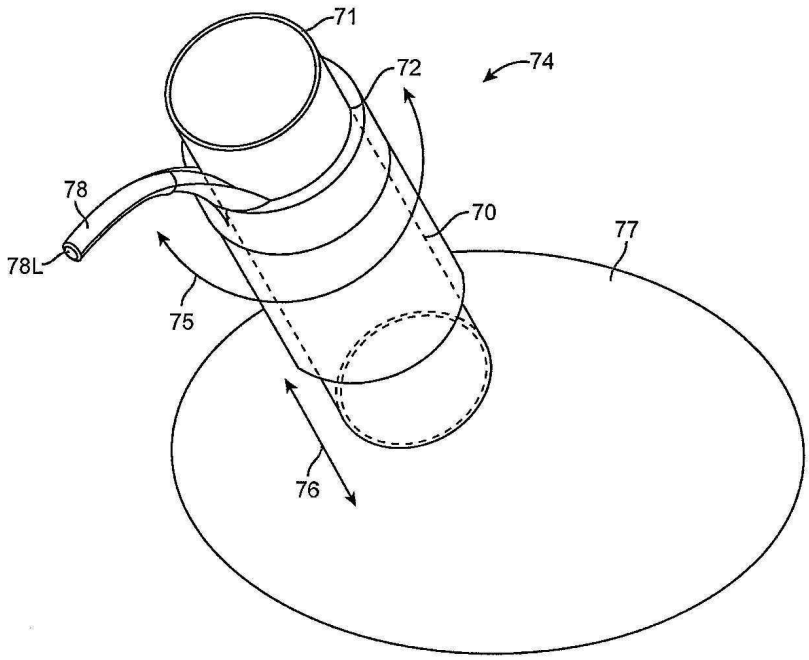
도면6c



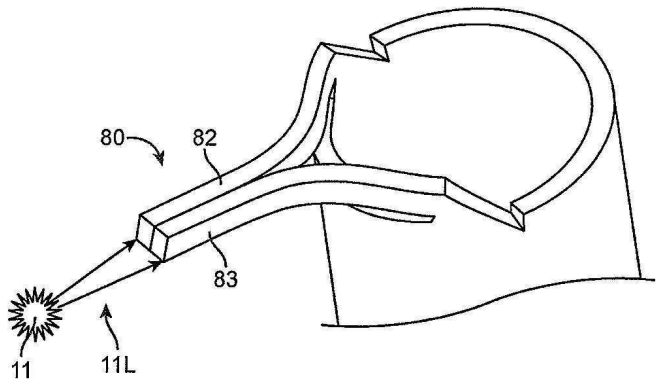
도면6d



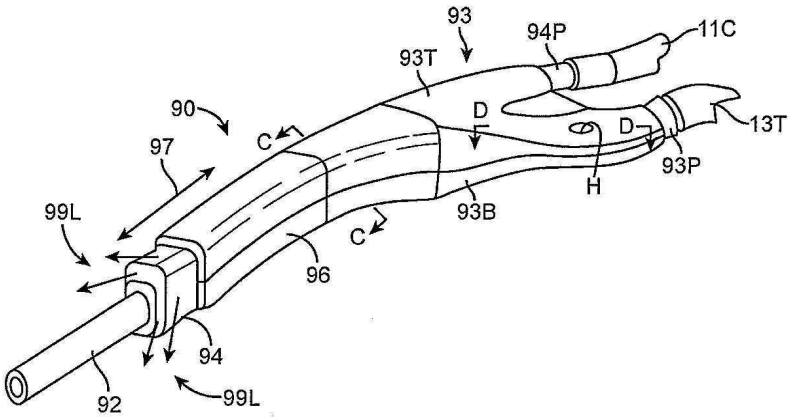
도면7



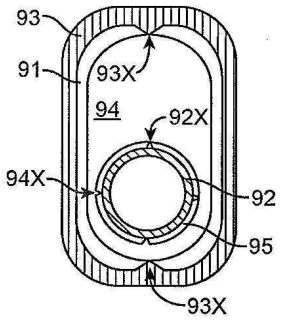
도면8



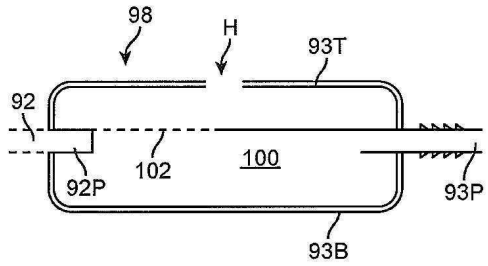
도면9



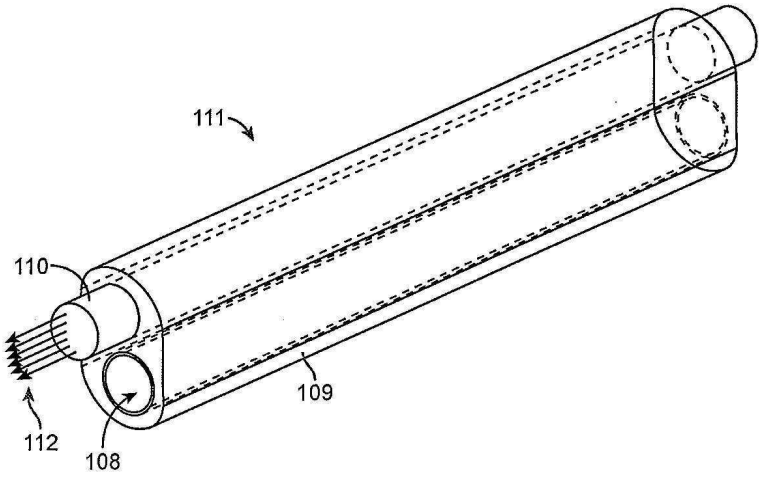
도면10



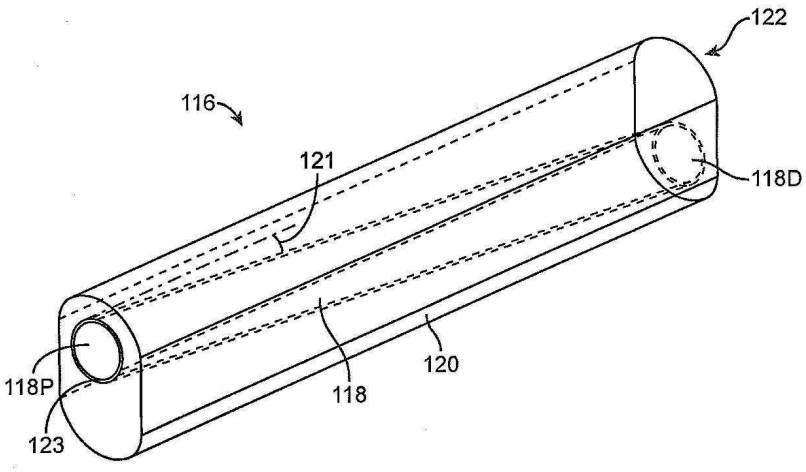
도면11



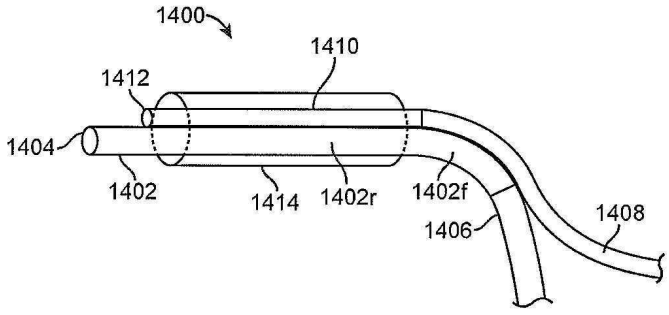
도면12



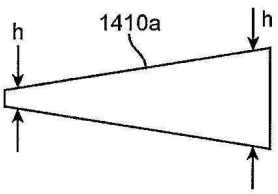
도면13



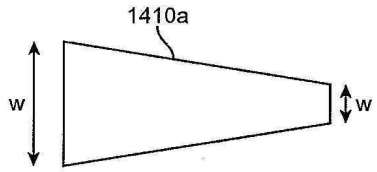
도면14



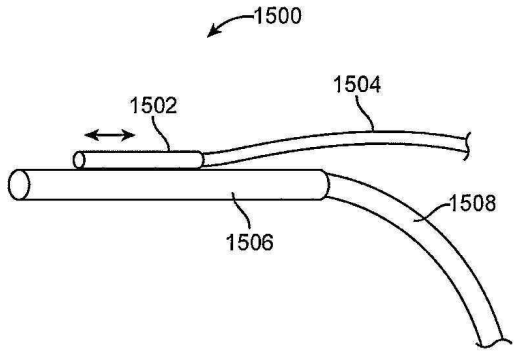
도면14a



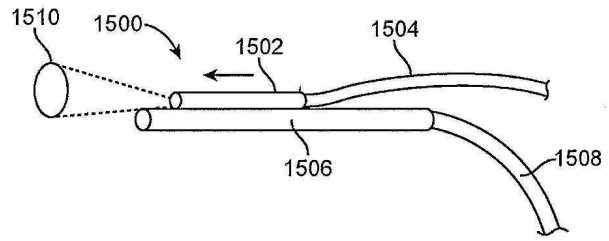
도면14b



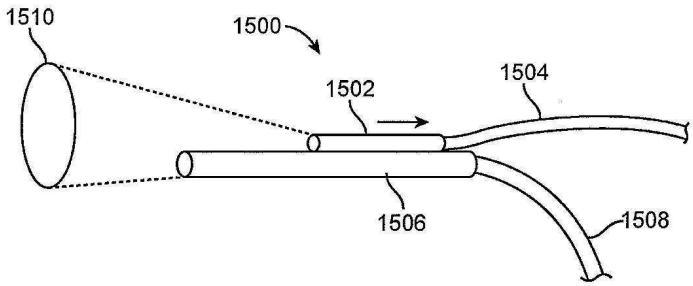
도면15a



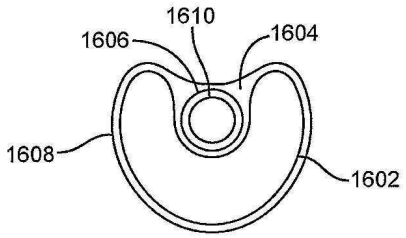
도면15b



도면15c



도면16



도면17

