



(19) 대한민국특허청(KR)  
(12) 등록특허공보(B1)

(45) 공고일자 2018년04월19일  
(11) 등록번호 10-1850640  
(24) 등록일자 2018년04월13일

(51) 국제특허분류(Int. Cl.)  
A61B 1/00 (2017.01) A61B 1/07 (2006.01)  
G02B 23/24 (2006.01) G02B 23/26 (2006.01)  
(52) CPC특허분류  
A61B 1/00096 (2013.01)  
A61B 1/07 (2013.01)  
(21) 출원번호 10-2016-7022991  
(22) 출원일자(국제) 2015년01월30일  
심사청구일자 2016년08월26일  
(85) 번역문제출일자 2016년08월23일  
(65) 공개번호 10-2016-0113195  
(43) 공개일자 2016년09월28일  
(86) 국제출원번호 PCT/US2015/013788  
(87) 국제공개번호 WO 2015/116939  
국제공개일자 2015년08월06일  
(30) 우선권주장  
61/934,464 2014년01월31일 미국(US)  
(56) 선행기술조사문헌  
JP2011527930 A\*  
(뒷면에 계속)

(73) 특허권자  
캐논 유.에스.에이. 인코포레이티드  
미국 11747 뉴욕 델빌 윈 캐논 파크  
더 제너럴 하스피탈 코포레이션  
미국, 메사추세츠 02114, 보스턴 프룻트 스트리트 55  
(72) 발명자  
티어니 켈레르모 제이  
미국 02114 메사추세츠 보스턴 프룻트 스트리트 55 더 제너럴 하스피탈 코포레이션 내  
강동균  
미국 02114 메사추세츠 보스턴 프룻트 스트리트 55 더 제너럴 하스피탈 코포레이션 내  
이쿠타 미츠히로  
미국 92618 캘리포니아 알톤 파크웨이 어빈 15975  
캐논 유에스에이 인코포레이티드 내  
(74) 대리인  
양영준, 김영

전체 청구항 수 : 총 18 항

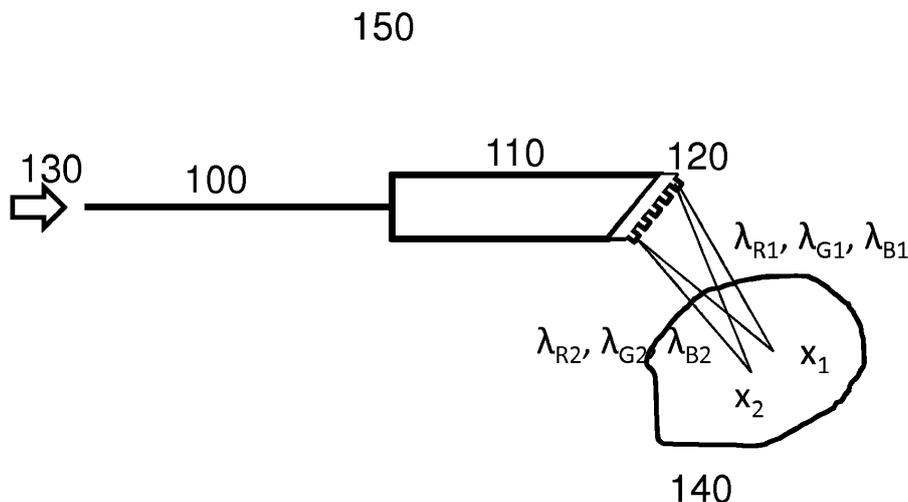
심사관 : 최성수

(54) 발명의 명칭 컬러 내시경을 위한 장치 및 방법

(57) 요약

컬러 스펙트럼 부호화 활상을 위해 채택된 격자를 갖는 프로브가 제공될 수 있다. 프로브는 도파관 구성체, 집광 구성체, 및 제1 격자 패턴과 제2 격자 패턴을 구비할 수 있는 격자 구성체를 포함할 수 있다. 도파관 구성체는 제1 파장을 갖는 광 및 제2 파장을 갖는 광이 도파관 구성체 요소로부터 전파되도록 구성 및/또는 구조화될 수 있고, 집광 및 도파관 구성체는 격자 구성체 상에 입사되는 광을 제공할 수 있다. 격자 구성체는 제2 파장을 갖는 광이 제2 격자 패턴에 의해 회절될 때와 실질적으로 동일한 위치로 제1 파장을 갖는 광이 제1 격자 패턴에 의해 회절되도록 구성 및 배열될 수 있다.

대표도 - 도1



(52) CPC특허분류

*G02B 23/24* (2013.01)

*G02B 23/26* (2013.01)

(56) 선행기술조사문헌

US04264127 A

US20070188855 A1

US20080097225 A1

US20120328241 A1

US20130012771 A1

US20110275899 A1

JP2013056165 A

JP2013544151 A

\*는 심사관에 의하여 인용된 문헌

---

## 명세서

### 청구범위

#### 청구항 1

프로브이며,

조명 광섬유,

집광 구성체, 및

제1 격자 패턴과 제2 격자 패턴을 포함하는 격자 구성체를 포함하고,

상기 조명 광섬유는, 제1 파장을 갖는 광 및 제2 파장을 갖는 광이 상기 조명 광섬유로부터 전파되도록 구성 및 구조화되고, 상기 집광 구성체와 상기 조명 광섬유는 상기 격자 구성체 상에 입사되는 광을 제공하고,

상기 격자 구성체는, 상기 제2 파장을 갖는 광이 상기 제2 격자 패턴에 의해 회절될 때와 실질적으로 동일한 위치로 상기 제1 파장을 갖는 광이 상기 제1 격자 패턴에 의해 회절되도록 구성 및 배열되는, 프로브.

#### 청구항 2

제1항에 있어서,

상기 제1 격자 패턴과 상기 제2 격자 패턴은 상이한 홈 밀도를 갖는, 프로브.

#### 청구항 3

제1항에 있어서,

상기 제1 격자 패턴과 상기 제2 격자 패턴은 서로에 대해 실질적으로 평행한, 프로브.

#### 청구항 4

제1항에 있어서,

상기 격자 구성체는, 상기 제1 파장에서의 회절광 및 상기 제2 파장에서의 회절광과 실질적으로 동일한 위치로 제3 파장을 갖는 광이 제3 격자 패턴에 의해 회절되도록 구성 및 배열되는, 프로브.

#### 청구항 5

제4항에 있어서,

상기 제1 격자 패턴, 상기 제2 격자 패턴, 및 상기 제3 격자 패턴은 서로에 대해 실질적으로 평행한, 프로브.

#### 청구항 6

제1항에 있어서,

상기 제1 격자 패턴과 상기 제2 격자 패턴은 상기 격자 구성체 상에서 각각 2회 이상 반복되는, 프로브.

#### 청구항 7

제1항에 있어서,

검출 도파관을 더 포함하는, 프로브.

#### 청구항 8

제7항에 있어서,

상기 검출 도파관은 검출 광섬유를 포함하고, 상기 검출 광섬유는, 상기 검출 도파관 상에 입사되기 전에 조직에 의해 반사된 반사광이 상기 격자 구성체를 통과하여 진행하도록 위치설정되는, 프로브.

**청구항 9**

제8항에 있어서,

광의 경로에서, 상기 검출 도파관의 전방에 위치설정된 상기 격자 구성체의 부분은 각각 2회 이상 반복되는 적어도 상기 제1 격자 패턴과 상기 제2 격자 패턴을 구비하는, 프로브.

**청구항 10**

제8항에 있어서,

상기 검출 도파관은, 조직에 의해 반사된 반사광이 상기 격자 구성체를 미리 통과하여 진행하지 않고 상기 검출 광섬유 상에 입사되도록 위치설정되는, 프로브.

**청구항 11**

제7항에 있어서,

상기 검출 도파관에 진입하는 광의 화각은 상기 제1 파장을 갖는 회절광 및 상기 제2 파장을 갖는 회절광의 화각보다 작은, 프로브.

**청구항 12**

제7항에 있어서,

광학 요소를 더 포함하고, 상기 광학 요소는, 상기 검출 도파관 상에 입사되기 전에 조직에 의해 반사된 광이 상기 광학 요소에 의해 각도를 이루거나 반사되도록 위치설정되는, 프로브.

**청구항 13**

제7항에 있어서,

상기 검출 도파관은, 상기 검출 도파관의 검출 필드가 실질적으로 상기 프로브의 조명 필드와 중첩되도록 구성된 각도-연마 광섬유를 포함하는, 프로브.

**청구항 14**

제2항에 있어서,

상기 제1 격자 패턴과 상기 제2 격자 패턴의 홈 밀도는 적어도 200 라인/mm만큼 상이한, 프로브.

**청구항 15**

스펙트럼 부호화 프로브이며,

조명 광섬유,

집광 구성체,

제1 격자 패턴을 갖는 제1 영역 및 제2 격자 패턴을 갖는 제2 영역을 포함하는 격자 구성체, 및

검출 광섬유를 포함하고,

상기 조명 광섬유는, 제1 파장 성분을 갖는 광 및 제2 파장 성분을 갖는 광이 상기 조명 광섬유로부터 전파되도록 구성 및 구조화되고, 상기 집광 구성체와 상기 조명 광섬유는 상기 격자 구성체 상에 입사되는 광을 제공하고,

상기 격자 구성체는, 상기 제2 파장 성분을 갖는 광이 상기 제2 격자 패턴에 의해 회절될 때와 실질적으로 동일한 위치로 상기 제1 파장 성분을 갖는 광이 상기 제1 격자 패턴에 의해 회절되도록 구성 및 배열되고,

상기 제1 격자 패턴과 상기 제2 격자 패턴의 각각은 스펙트럼 분산 광을 진행시키도록 구성 및 배열되는, 스펙트럼 부호화 프로브.

**청구항 16**

프로브로서,

도파관 구성체,

집광 구성체, 및

제1 격자 패턴을 갖는 제1 영역 및 상기 제1 격자 패턴과는 다른 제2 격자 패턴을 갖는 제2 영역을 포함하는 격자 구성체를 포함하고,

상기 도파관 구성체는, 제1 파장을 갖는 광 및 제2 파장을 갖는 광이 상기 격자 구성체 상에 입사되도록 구성 및 구조화되고,

상기 격자 구성체는, 상기 제2 파장을 갖는 광이 상기 제2 격자 패턴에 의해 회절될 때와 실질적으로 동일한 위치로 상기 제1 파장을 갖는 광이 상기 제1 영역에 의해 회절되도록 구성 및 배열된, 프로브.

**청구항 17**

제16항에 있어서,

상기 제1 격자 패턴과 상기 제2 격자 패턴은 홈 밀도에 있어서 서로 다른, 프로브.

**청구항 18**

제16항에 있어서,

상기 제1 격자 패턴과 상기 제2 격자 패턴은 홈 깊이에 있어서 서로 다른, 프로브.

**발명의 설명**

**기술 분야**

[0001] 관련 출원(들)에 대한 교차 참조

[0002] 본 출원은 2014년 1월 31일 출원된 미국 가출원 연속 번호 제61/934,464호의 우선권을 주장하고, 그 전체 내용은 본 명세서에 참조로 통합된다.

[0003] 본 출원은 2014년 1월 31일 출원된 미국 가특허 출원 연속 번호 제61/934,486호(정방향-관측 활상을 위한 광학 프로브, 광 감도 검출, 활상 방법 및 시스템) 및 2014년 1월 31일 출원된 미국 가특허 출원 연속 번호 제 61/934,421호(나노 임프린트 리소그래피를 사용하여 소형 내시경을 제조하기 위한 시스템 및 방법)의 우선권을 주장하고, 이러한 개시내용의 전체 내용은 본 명세서에 참조로 통합된다.

[0004] 본 개시내용은 일반적으로 소형 내시경, 더 구체적으로 컬러 활상을 수행하는 소형 내시경의 제조 및 사용을 위한 예시적인 장치, 시스템 및 방법에 관한 것이다.

**배경 기술**

[0005] 스펙트럼 부호화 내시경(spectrally encoded endoscopy)("SEE")은 샘플 상의 공간적 정보를 부호화하기 위해 파장을 사용하는 기술이며, 이에 의해 작은 직경의 내시경 프로브를 통해 고해상도 활상이 수행될 수 있다. SEE는 단일 광섬유 내의 준단색성 또는 광대역폭 광 입력을 사용하여 달성될 수 있다. 섬유 끝단부에서, 회절 또는 분산 광학계(optic)는 샘플에 걸쳐서 광을 분산시키고, 해당 광은 광학계 및 광섬유를 통해 반사되고 다시 복귀한다. 광섬유로부터의 광은 분광계 등의 파장 검출 장치에 의해 검출된다. 광 강도를 파장의 함수로서 검출하는 것에 의해, 화상이 재구성될 수 있다. SEE 기술은 예를 들어, US 특허 번호 제7,843,572호, 제 8,145,018호, 제6,341,036호, 제7,796,270호 및 US 특허 공개 번호 제2008/0013960호 및 제2011/0237892호에 개시되며, 그 전체 내용은 본 명세서에 참조로 통합된다.

[0006] 종래의 내시경은 진단에 대한 신호로서 RGB 컬러 정보를 사용한다. 공간적 위치를 부호화하기 위해 파장 정보를 사용하는 것에 의해, SEE 이미지는 상당한 컬러 정보를 이용하여 공간적 위치를 부호화하고 따라서 중요한 컬러 정보가 분실될 수 있다. 종래에, SEE 프로브 내에서 컬러 활상을 수행하는 방법이 제안되었다. 예를 들어, 벤치 탑 셋업(bench top setup) 내의 컬러 SEE 활상이 개시되었다(Optics Express, 17(17), 15239-15247; 2009 참조). 이 벤치 탑 셋업에서, 각각이 레드, 그린, 및 블루 스펙트럼 밴드 중 하나를 구비하는 세 개의 광 비임이 사용되었다. 이들 광 비임은 격자 상에 상이한 각도로 입사되고, 이에 의해 모든 세 개의 스펙트럼 밴

드에 대해 동일한 회절 각도가 발생된다. 따라서, 조직 상의 각 지점은 세 개의 스펙트럼 밴드로 조명된다. 이 방법은 컬러 SEE 측정을 수행하는 가능성을 나타내지만, 소형 SEE 프로브 내에 이 방법을 실시하는 것은 많은 기술적 과제를 갖는다. 세 개의 섬유는 소형 렌즈와 정밀하게 정렬 및 조립되는 것이 필요하다. 이들 세 개의 섬유는 일반적으로 SEE 프로브 상의 스캐닝에 있어서 문제를 발생시킨다. 상이한 접근법에서, 컬러 SEE 측정은 단일 조명 비임을 사용하여 입증된다(예를 들어, Optics Express, 19(7), 6913-6922; 2011 참조). 이 방법에서, 표본의 각 지점은 단일 파장으로 조명되지만, 표본이 SEE 셋 업에 대해 병진된다. 따라서, 표본의 각 지점이 다중 파장에 의해 검사되고, 스펙트럼 정보는 표본의 컬러 이미지를 회수하는데 사용된다. 그러나, 이 종래 방법은 표본의 정밀한 병진을 제어된 방식으로 사용하며, 이는 내시경 측정 적용예에서 실현 가능하지 않다.

**발명의 내용**

**해결하려는 과제**

[0007] 따라서, 본 명세서에서 상술된 바와 같은 적어도 몇몇 결함을 해결 및/또는 극복하는 필요성이 존재할 수 있다.

**과제의 해결 수단**

[0008] 본 개시내용의 여러 예시적인 실시예에 따르면, 스펙트럼 부호화 내시경 기술을 사용하는 컬러 측량용 장치 및 방법이 제공될 수 있다. 소정의 예시적인 장치 및 방법은 예를 들어 종래의 레드-그린-블루 컬러 공간을 포함한 컬러 정보를 보유할 수 있다.

[0009] 따라서, 본 개시내용의 예시적인 실시예에 따르면, 도파관 구성체, 집광 구성체, 및 제1 격자 패턴과 제2 격자 패턴을 구비할 수 있는 격자 구성체를 포함할 수 있는 프로브가 제공될 수 있다. 도파관 구성체는 제1 파장을 갖는 광 및 제2 파장을 갖는 광이 도파관 구성체 요소로부터 전파되도록 구성되고 그리고/또는 구조화될 수 있고, 집광 및 도파관 구성체는 격자 구성체에 입사되는 광을 제공할 수 있다. 격자 구성체는 제2 파장을 갖는 광이 제2 격자 패턴에 의해 회절될 때와 실질적으로 동일한 위치로 제1 파장을 갖는 광이 제1 격자 패턴에 의해 회절되도록 구성 및 배열될 수 있다.

[0010] 예를 들어, 제1 격자 패턴 및 제2 격자 패턴은 상이한 홈 밀도를 구비할 수 있다. 제1 및 제2 격자 패턴은 실질적으로 서로에 대해 평행할 수 있다. 격자 구성체는 제1 파장에서의 광 및 제2 파장에서의 광과 실질적으로 동일한 위치로 제3 파장을 갖는 광이 제3 격자 패턴에 의해 회절되도록 구성 및/또는 배열될 수 있다. 제1, 제2, 및 제3 격자 패턴은 서로에 대해 실질적으로 평행할 수 있다. 제1 및 제2 격자 패턴은 격자 구성체 상에서 각각 적어도 2회 반복될 수 있다.

[0011] 추가로, 검출 도파관이 제공될 수 있고, 검출 도파관은 검출 광섬유 상에 입사되기 전에 조직에 의해 반사된 반사광이 격자 구성체를 통과하여 진행하도록 위치설정되는 광섬유를 포함할 수 있다. 검출 도파관 전방에 구비된 격자 구성체의 부분은 각각 적어도 2회 반복되는 제1 격자 패턴 및 제2 격자 패턴을 구비할 수 있다. 검출 광섬유는 조직에 의해 반사된 반사광이 미리 격자 구성체를 통과하여 진행하지 않고 광섬유 상에 입사되도록 위치설정될 수 있다.

[0012] 본 개시내용의 이들 목적, 특징 및 장점과 다른 목적, 특징 및 장점은 첨부 도면, 및 제공되는 청구항과 함께 취해지는 본 개시내용의 예시적인 실시예의 이하의 상세한 설명을 판독시 명백하게 될 것이다.

**도면의 간단한 설명**

[0013] 본 개시내용의 추가 목적, 특징 및 장점은 본 개시내용의 예시적인 실시예를 도시하는 첨부 도면과 함께 취해지는 이하의 상세한 설명으로부터 명백해질 것이다.

도 1은 본 개시내용의 예시적인 실시예에 따르는 예시적인 SEE 프로브의 도면이다.

도 2는 본 개시내용의 예시적인 실시예에 따르는 예시적인 SEE 시스템의 도면이다.

도 3은 본 개시내용의 예시적인 실시예에 따르는 예시적인 SEE 프로브의 도면이다.

도 4a 및 도 4b는 세 개의 상이한 격자 피치(1600/mm, 2000/mm, 및 2400/mm)에 대한 데이터를 도시하는 도면이며, 도 4a는 파장 대 회절 효율의 도면을 도시하고, 도 4b는 회절 각도 대 회절 효율의 그래프를 도시한다.

도 5a 및 도 5b는 세 개의 상이한 격자 피치(2400/mm, 3000/mm, 및 3500/mm)에 대한 데이터를 도시하는 도면이

며, 도 5a는 파장 대 회절 효율의 도면을 도시하고, 도 5b는 회절 각도 대 회절 효율의 도면을 도시한다.

도 6a 내지 도 6c는 본 개시내용의 예시적인 실시예에 따르는 예시적인 격자의 단면도이다.

도 7의 (a) 내지 도 7의 (c)는 본 개시내용의 다른 예시적인 실시예에 따르는 예시적인 격자의 단면도이다.

도 8은 본 개시내용의 예시적인 실시예에 따르는 예시적인 SEE 프로브의 제1 예시적인 구성의 개략도이다.

도 9는 도 8에 도시된 예시적인 SEE 프로브의 제2 예시적인 구성의 개략도이다.

도 10은 도 8에 도시된 예시적인 SEE 프로브의 제3 예시적인 구성의 개략도이다.

도면에 걸쳐, 동일한 참조 번호 및 문자는 다르게 언급되지 않는 한 도시된 실시예의 유사한 특징, 요소, 성분 또는 부분을 지시하도록 사용된다. 게다가, 대상 발명이 이제 도면을 참조하여 상세히 설명될 것이며, 이는 예시적인 실시예와 관련하여 행해진다. 첨부된 청구항에 의해 한정되는 바와 같은 대상 개시내용의 참된 범위 및 기술사상으로부터 벗어나지 않고서 변경예 및 변형예가 개시된 실시예에 대해 이루어질 수 있다는 점이 의도된다.

**발명을 실시하기 위한 구체적인 내용**

[0014] SEE 프로브의 예시적인 실시예의 도면이 도 1에 도시된다. 예를 들어, SEE 프로브(150)는 광섬유(100), 초점 렌즈(110), 및 회절 격자(120)를 포함할 수 있다. 광대역 광(130)(또는 다른 전자기 방사선)이 광섬유(100)를 통해 초점 렌즈(110)로 전달될 수 있다. 광(또는 다른 전자기 방사선)은 이후 격자(120)에 의해 회절될 수 있다. 이 격자(120)는 표본(140)의 각 지점이 세 개의 회절된 광 비임으로 조명되도록 격자 패턴을 위한 셋 이상의 공간을 구비할 수 있고, 회절된 광 비임 각각은 레드(파장: 585 내지 660nm), 그린(500 내지 575nm), 및 블루(415 내지 490nm) 중 하나에 포함될 수 있다.

[0015] 도 1의 예시적인 프로브를 포함할 수 있는 SEE 시스템의 예시적인 실시예의 도면이 도 2에 도시된다. 예를 들어, 공급원(160)으로부터의 광대역 광(또는 다른 전자기 방사선)이 커플러(180)에 커플링되고, 이후 SEE 프로브(150)로 전달될 수 있다. 표본(140)으로부터 반사된 광(또는 다른 전자기 방사선)은 SEE 프로브(150)로 다시 커플링되고, 커플러(180)로 이송될 수 있다. 그리고, 광(또는 다른 전자기 방사선)은 반사된 광의 스펙트럼이 분석될 수 있는 분광기(170)로 전달될 수 있다. 취득된 스펙트럼은 세 개의 하위 스펙트럼으로 분할될 수 있고, 하위 스펙트럼 각각은 레드, 그린 및 블루 스펙트럼 중 하나를 나타낸다. 세 개의 하위 스펙트럼이 처리되어 표본의 하나의 컬러 라인 이미지로 조합된다. 예시적인 SEE 프로브는 표본(140)의 2차원적 이미지를 획득하기 위해 회전식으로 앞뒤로 스캐닝될 수 있다.

[0016] 도 3은 본 개시내용의 예시적인 실시예에 따르는 예시적인 프로브(도 1에 도시됨)를 더 상세히 도시한다. 예를 들어, 격자(120)는 특유의 홈 밀도를 갖는 다중 영역을 구비할 수 있다. 도파관 구성체요소로부터 제2 격자 영역(홈 밀도:  $G_2$ ) 상에 입사되고 집광 구성체요소에 의해 포커싱된 제2 파장( $\lambda_2$ )을 갖는 광의 회절과 실질적으로 동일한 위치로, 도파관 구성체요소로부터 격자 구성체요소 상에 입사되고 집광 구성체요소에 의해 포커싱된 제1 파장( $\lambda_1$ )을 갖는 광이 제1 격자 영역(홈 밀도:  $G_1$ )으로부터 회절되도록, 격자의 홈 밀도 매개변수가 선택될 수 있다. 격자의 굴절률 및 격자에 대한 입사 각도가  $\lambda_1$  내지  $\lambda_2$ 에 대해 거의 동일한 경우,  $\lambda_1$ ,  $\lambda_2$ ,  $G_1$ , 및  $G_2$ 의 관계는 다음과 같을 수 있다.

[0017] 
$$G_1\lambda_1 \approx G_2\lambda_2$$

[0018] 각각의 영역은 소정 수의 홈, 예를 들어, 10 홈, 50 홈, 100 홈, 500 홈 등을 구비할 수 있다. 몇몇 예시적인 실시예에서, 영역 내의 전체 홈의 개수는 영역으로부터의 충분한 광 회절을 유지하기 위해 적어도 100개일 수 있다. 예를 들어, 도 3의 세 개의 영역, 즉 영역(310, 320 및 330)은 각각 1600, 2000, 및 2400 라인/mm의 홈 밀도를 가질 수 있고, 따라서 675nm, 540nm 및 450nm 광이 조직 표면 상의 동일한 위치로 회절될 수 있다. 각각의 영역(310, 320 및 330)은 동일 평면 내에 위치되고 적어도  $50 \mu\text{m} \times 50 \mu\text{m}$  제곱의 크기를 구비할 수 있다.

[0019] 여기에 설명된 바와 같이, 실질적으로 동일한 위치에서 표면 상에 입사되는 둘 이상의 광 비임의 상황에서 실질적으로 동일한 위치라는 용어는 예를 들어, 광 비임의 영역이 적어도 50%, 적어도 70%, 또는 적어도 80%, 또는 적어도 90%만큼 중첩하는 것을 의미하지만, 이에 한정되지는 않는다. 유사하게, 여기에 설명된 바와 같이, 실질적으로 평행이라는 용어는 예를 들어, 격자 패턴에서 홈의 방향이 서로에 대해 10% 미만, 5% 미만, 또는 더 구체적으로 2% 미만으로 각을 이룰 수 있다는 것을 의미하지만, 이에 한정되지는 않는다.

- [0020] 이 예시적인 실시예에서, 격자 굴절률은 1.5037이다. 격자 표면에서의 입사 각도는 대략 또는 정확하게는 20.94도일 수 있다. 홈 깊이는 모든 세 개의 격자 패턴에 대해 대략 또는 정확하게는 900nm일 수 있고, 각 패턴의 듀티 사이클은 대략 또는 정확하게는 0.5일 수 있다. 1600, 2000 및 2400 라인/mm 격자는 각각 파장 619 내지 730nm(레드로서), 495 내지 584nm(그린으로서) 및 413 내지 487nm(블루로서)의 광을 동일한 범위의 회절 각도(27 내지 39도)로 회절시킬 수 있다. 세 개의 격자 대 파장 및 회절 각도의 산출된 회절 효율의 예시적인 도면이 각각 도 4a 및 도 4b에 도시된다. 예를 들어, 산출 방법은 Rigorous Coupled-Wave Analysis(RCWA)를 포함할 수 있으나, 이에 한정되지는 않는다. 675 nm의 예시적인 파장을 갖는 레드 광(311)은 영역(310)에 의해 33°의 각도에서 회절될 수 있다. 대략 또는 정확하게는 540 nm일 수 있는 예시적인 파장을 갖는 그린 광(321)은 영역(320)에 의해 대략 또는 정확하게는 33°일 수 있는 각도에서 회절될 수 있고, 대략 또는 정확하게는 450 nm의 예시적인 파장을 갖는 블루 광(331)은 영역(330)에 의해 동일한 회절 각도로 회절될 수 있다. 이 예로부터, 격자가 특유의 홈 밀도를 갖는 세 개의 영역을 구비하는 경우 세 개의 상이한 파장이 동일한 방향으로 회절될 수 있는 점은 명확하다. 도 3에 도시된 바와 같이, 세 개의 영역(310, 320, 및 330) 상의 격자 패턴은 여기에 설명된 바와 같이 각각의 작용 파장에 대해 적절한 회절 효율을 제공하기 위해 예시적인 방법을 사용하여 설계될 수 있다.
- [0021] 다른 예에서, 격자 굴절률이 대략 또는 정확하게는 1.5037이고 격자에 대한 입사 각도가 대략 또는 정확하게는 35도인 경우, 2400, 3000 및 3500 라인/mm의 예시적인 격자가 파장 615 내지 713nm(레드로서), 492 내지 571nm(그린으로서) 및 422 내지 489nm(블루로서)의 광을 각각 동일한 범위의 회절 각도(38 내지 58도)로 회절시키는데 사용될 수 있다. 세 개의 격자의 회절 효율 대 파장 및 회절 각도의 변화의 예시적인 도면이 도 5a와 도 5b에 각각 도시된다. 이들 예시적인 도면에서, 패턴(공기부)의 듀티 사이클은 대략 또는 정확하게는 0.4이고, 홈 깊이는 대략 또는 정확하게는 800nm이다.
- [0022] 여러 예시적인 실시예는 두 개, 세 개, 네 개, 또는 더 많은 격자 패턴의 사용을 제공할 수 있다. 다른 여러 예시적인 실시예에 따르면, 격자의 여러 영역 내의 홈 밀도는 두 개, 세 개, 또는 더 많은 광의 특정 파장을 동일하거나 유사한 회절 각도(예를 들어, 특정 파장에 대해 서로의 5°, 4°, 3°, 2°, 1° 또는 미만 내)에서 반사시키도록 채택될 수 있다.
- [0023] 예시적인 홈 깊이는 회절 효율을 최적화하고 그리고/또는 그 제조를 용이하게 하기 위해 상이한 격자들 사이에서 상이할 수 있다. 예를 들어, 격자(120)는 격자 패턴(310)(예를 들어, 홈 밀도: 1600 라인/mm, 홈 깊이: 1000nm), (320)(예를 들어, 홈 밀도: 2000 라인/mm, 홈 깊이: 900nm), 및 (330)(예를 들어, 홈 밀도: 2000 라인/mm, 홈 깊이: 800nm)를 구비할 수 있다. 이러한 격자 또는 이의 복제 마스터를 형성하기 위해, 반응성 이온 에칭(RIE)이 사용될 수 있다. RIE에서, 마이크로-로딩 효과, 즉, 광개구 에칭 마스트를 통과하는 에칭이 협개구 에칭 마스트를 통과하는 에칭보다 더 빠르다는 점이 알려져 있고, 이는 상이한 홈 깊이를 갖는 세 개의 회절 격자의 제조를 가능하게 할 수 있다. 입사 각도는 SEE 프로브의 관측 각도 및 회절 효율에 대해 최적화될 수 있다.
- [0024] 도 6a 내지 도 6c는 본 개시내용의 예시적인 실시예에 따르는 예시적인 격자(120)의 단면도를 도시한다. 도 6a에 도시된 일 예시적인 실시예에 따르는 예시적인 격자는 세 개의 격자 영역(310, 320, 330)을 구비하고, 이들 격자 영역은 격자 영역의 확대도(300)에서 볼 때 격자의 홈이 수평 방향을 따라서 진행하면서 수직으로 이격된다. 다른 예시적인 실시예에서, 세 개의 격자 영역은 수평으로(도 6b 참조) 또는 방사상으로(도 6c 참조) 이격될 수 있다.
- [0025] 도 7의 (a) 내지 도 7의 (c)는 본 개시내용에 따르는 격자(120)의 다른 예시적인 실시예를 도시한다. 세 개의 격자 영역은 수직으로(도 7의 (a) 참조) 또는 수평으로(도 7의 (b) 참조) 뒤섞일 수 있다. 세 개의 격자 영역은 또한 수직 및 수평 방향 양쪽을 따라서 뒤섞일 수 있다(도 7의 (c) 참조). 이들 예시적인 설계는 격자 패턴과 격자 외부 형상 사이의 정밀한 정렬이 격자가 제조될 때 필요하지 않다는 장점을 구비할 수 있다.
- [0026] 도 8은 추가의 검출용 섬유를 포함하는 본 개시내용의 예시적인 실시예에 따르는 예시적인 SEE 프로브의 개략도를 도시한다. 예를 들어, 추가의 섬유(500)는 표본으로부터 광을 검출하도록 SEE 프로브 내에 채용될 수 있다. 추가의 검출 섬유(500)는 격자(120)를 통해 연결될 수 있다. 이는 공칭 검출 각도를 공칭 조명 각도와 정렬되게 할 수 있다. 검출 섬유(500)는 다중-모드 섬유일 수 있다. 소정의 예시적인 실시예에서, 격자가 검출 섬유 상에 제공될 수 있고, 격자는 조명 경로 상에 격자의 모든 홈 밀도를 갖는 패턴을 구비한다.
- [0027] 도 9는 도 8의 SEE 프로브를 포함할 수 있는, 본 개시내용의 예시적인 실시예에 따르는 예시적인 SEE 시스템을 도시한다. 검출 섬유(500)의 말단 단부는 검출 콘(520)이 조명 콘(510)과 일치하도록 각도 연마(angle polis

h)될 수 있다. 조명 공정 도중, 조명은 530으로 도시된, 의도된 조명 콘(510)의 외측에 제공될 수 있다. 검출 콘(520) 및 의도된 조명 콘(510)의 일치는 영역(530)으로부터의 광을 거부할 수 있다. 섬유(500)를 비스듬하게 각도-연마하는 대신, 동일한 목적을 위해 섬유(500) 상에 프리즘이나 거울을 놓을 수 있다. 검출 섬유는 다중-모드 섬유일 수 있다. 다중-모드 섬유의 개구수(NA) 및 연마/프리즘/미러의 각도는 검출 화각을 조명 화각보다 작은 값으로 제한하기 위해 최적으로 선택될 수 있다. 즉, 검출 섬유(500)는 조직으로부터, 예를 들어, 오직 관심 영역으로부터, 예컨대 상이한 파장의 다중 광이 조명되는 영역(예를 들어, 의도된 조명 콘(510))으로부터 반사된 광을 수용하도록 구성될 수 있다.

[0028] 예를 들어, 다중-모드 섬유의 NA는 약 0.1이고 그 연마 각도는 약 0도이고, 검출 섬유(500)는 광축에 대해  $\pm 5.7$ 도 사이의 방향으로부터의 광을 수용하도록 구성될 수 있다. NA가 대략 0.1이고 그 연마 각도가 약 35도인 경우, 검출 섬유(500)는 광축에 대해 15.9 내지 35.1도의 방향으로부터의 광을 수용하도록 구성될 수 있다. 검출 필드를 조명 필드로 조정하는 다수의 방법이 존재한다. 예를 들어, 도 10에 도시된 바와 같이, 미러(550)가 검출 섬유(500)의 전방에 사용될 수 있다. 프리즘, 미러면으로서 각도-연마 섬유, 및/또는 다른 광학 구성요소가 또한 이 목적을 위해 사용될 수 있다.

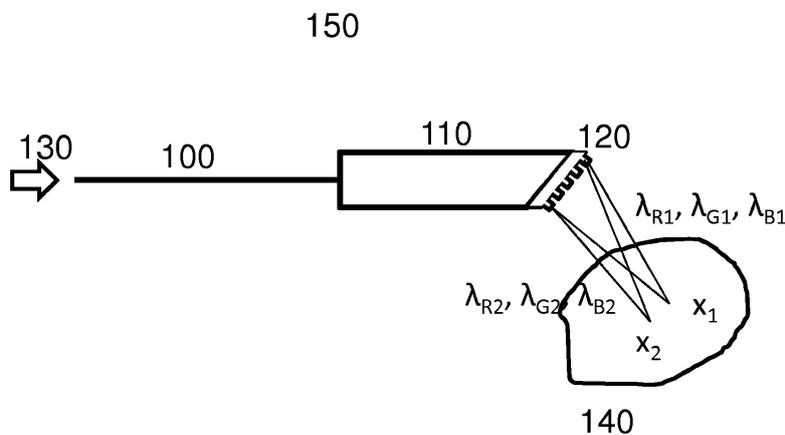
[0029] 격자(120)는 여러 방법으로 제조될 수 있다. 예를 들어, 격자(120)는 예컨대, 소프트-리소그래피 및 나노임프린트 리소그래피를 포함하는 리소그래피, 또는 홀로그래피에 의해 제조될 수 있고, 리소그래피는 함께 출원되고 미국 가특허 출원 연속 번호 제61/934,421호의 우선권을 주장하는 출원에 개시된다. 프로브와의 일체화 이전에 격자(120)의 패턴을 형성하는 것은 본 개시내용의 범위 내이다. 다른 예시적인 실시예에서, 격자(120)의 여러 패턴을 프로브 상에 형성하는 것이 가능하다.

[0030] 따라서, 특히 유리한 컬러 SEE 프로브 및 시스템이 제공된다. 개시된 격자의 예시적인 실시예는 작은 직경의 내시경 프로브 내에서 행해지고 사용될 수 있다. 예를 들어, 예시적인 격자는 예컨대 500 $\mu$ m 미만, 또는 350 $\mu$ m 미만의 직경을 가질 수 있다. 이 예시적인 구성은 비보 적용예(vivo application)에 유용할 수 있다.

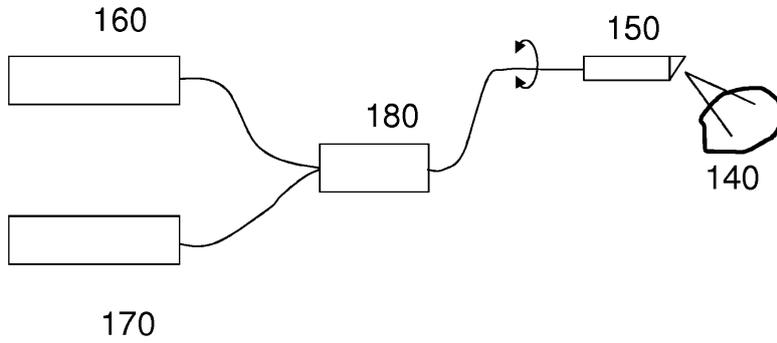
[0031] 상기 내용은 단지 본 발명의 원리를 설명한다. 설명된 실시예에 대한 여러 변형예 및 교체예가 본 명세서의 교시 관점에서 종래 기술의 통상의 기술자에게 명백할 것이다. 정말로, 본 발명의 예시적인 실시예에 따르는 구성, 시스템 및 방법은 미국 특허 번호 제7,843,572호; 제8,145,018호; 제6,341,036호; 제7,796,270호; 및 미국 특허 출원 공개 번호 제2008/0013960호 및 제2011/0237892 호에서 위에서 참조된 것들을 포함한 SEE 또는 다른 관찰 시스템과 함께 사용될 수 있다. 따라서, 관련 기술 분야의 통상의 기술자는, 본 명세서에 명확하게 도시되거나 설명되지 않았지만, 본 발명의 원리를 채용하고, 따라서 본 발명의 기술 사상 및 범위 내에 있는 수많은 시스템, 구성, 및 방법을 고안할 수 있는 점이 이해될 것이다. 추가로, 종래 기술의 지식이 본 명세서에 위에서 참조로 명확하게 통합되지 않는 정도까지는, 그 전체가 본 명세서에 명확하게 통합될 수 있다. 본 명세서에 참조된 모든 간행물은 그 전체가 참조로 본 명세서에 통합된다.

**도면**

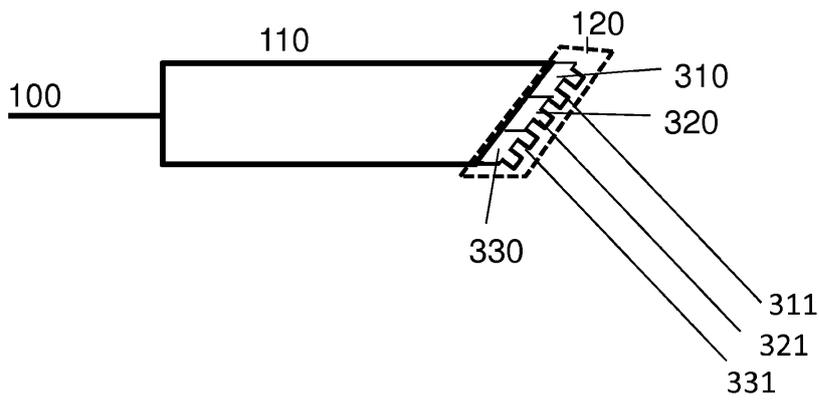
**도면1**



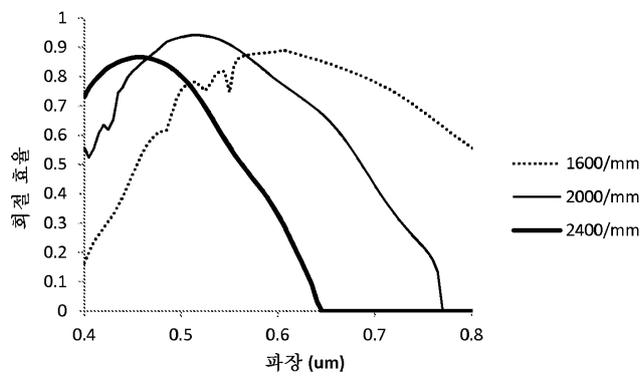
도면2



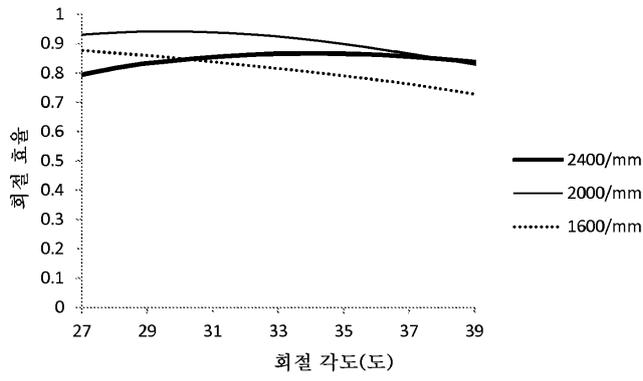
도면3



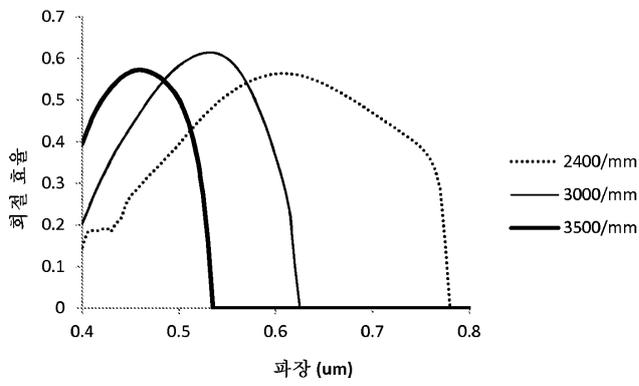
도면4a



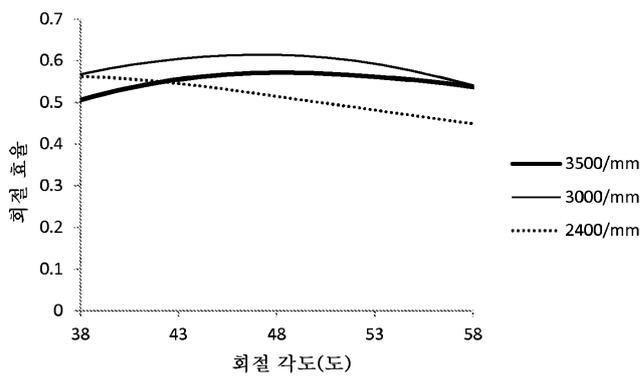
도면4b



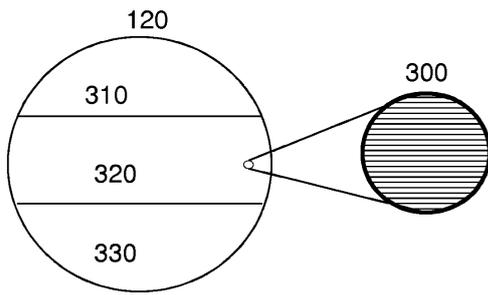
도면5a



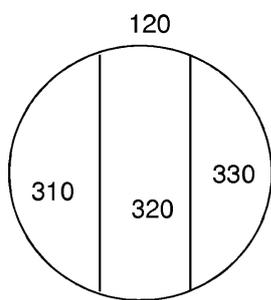
도면5b



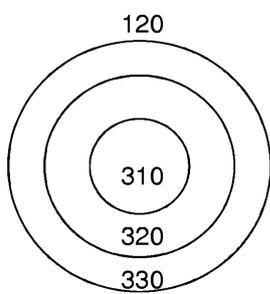
도면6a



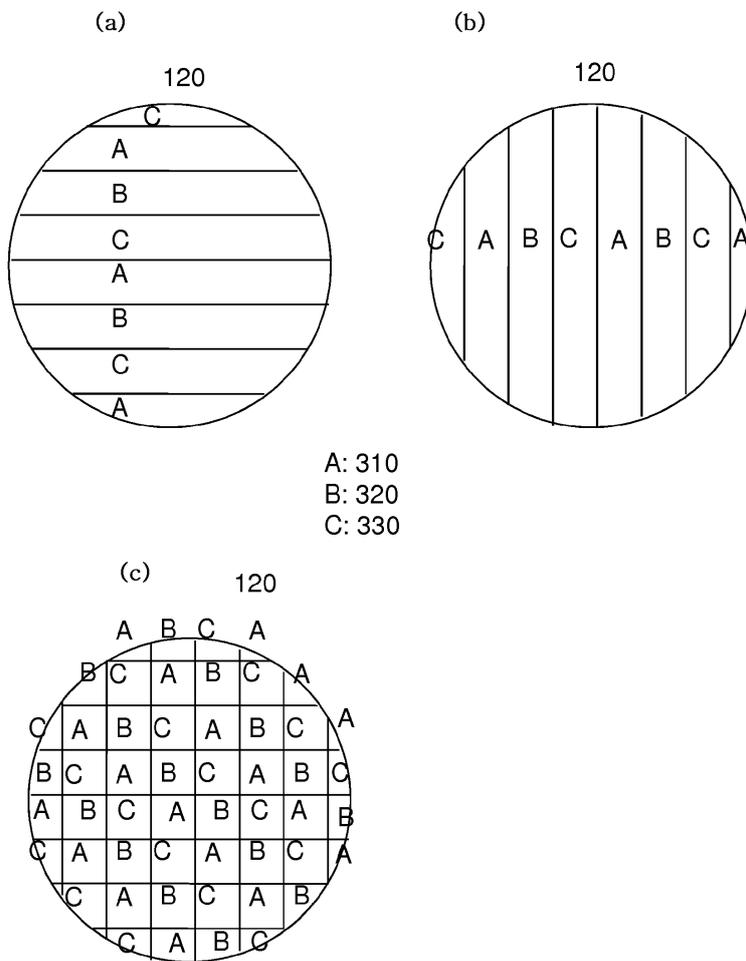
도면6b



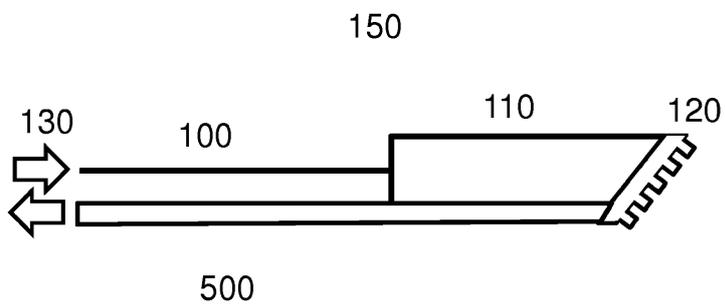
도면6c



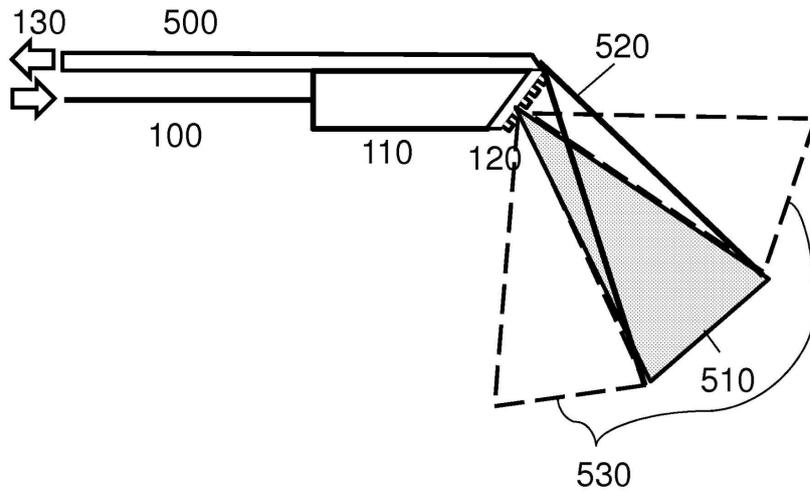
도면7



도면8



도면9



도면10

