



(19) 대한민국특허청(KR)
(12) 공개특허공보(A)

(11) 공개번호 10-2013-0080940
(43) 공개일자 2013년07월16일

(51) 국제특허분류(Int. Cl.)

A61B 1/07 (2006.01) A61B 1/04 (2006.01)

A61B 1/06 (2006.01)

(21) 출원번호 10-2012-0001835

(22) 출원일자 2012년01월06일

심사청구일자 2012년01월25일

(71) 출원인

고려대학교 산학협력단

서울 성북구 안암동5가 1

(72) 발명자

최영운

서울시 금천구 시흥2동 벽산5단지아파트 522동 904호

최원식

서울시 노원구 공릉2동 삼익아파트 106동 704호

(74) 대리인

특허법인남춘

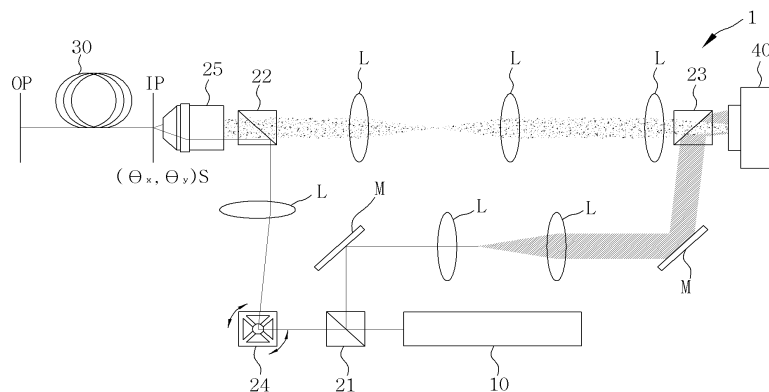
전체 청구항 수 : 총 8 항

(54) 발명의 명칭 무주사 방식의 단일 광섬유 내시경 장치 및 이를 이용한 이미지 획득방법

(57) 요약

본 발명은 단일의 광섬유를 이용한 무주사 방식의 내시경 장치 및 이를 이용한 이미지 획득 방법에 관한 것으로서, 본 발명의 단일 광섬유 내시경 장치는, 광원과, 상기 광원으로부터 조사된 빛을 투과 및 반사시키는 복수의 빔 스플리터와, 상기 빔 스플리터를 투과한 빛을 물체에 조사하고 물체로부터 반사된 빛을 카메라에 전달하는 다중모드 단일 광섬유와, 카메라와, 상기 빔 스플리터와 상기 광섬유 사이에 배치되어 상기 광섬유로 입사되는 빛의 각도를 조절하는 스캐닝 미러를 포함하며, 본 발명의 이미지획득방법은 투과행렬 생성단계와, 반사이미지를 형성하는 단계와, 상기 투과행렬 생성단계에 의한 이미지와 상기 반사이미지로부터 재구성 이미지를 획득하는 단계와, 광섬유의 입사평면에서의 빛의 각도를 다양한 각도로 조절하면서 다양한 패턴의 빛을 조사하여 상기 반사 이미지 형성단계와 상기 재구성 이미지 획득단계를 복수 회 반복하는 단계와, 상기 복수의 반복에 의해 형성된 복수의 재구성 이미지를 모두 더하여 입사빔을 제거하고 물체의 최종적 이미지를 획득하는 단계를 포함한다. 이로써, 내시경의 직경을 획기적으로 줄일 수 있고, 유연성을 크게 증가시킬 수 있고, 섬유 다발의 경우와는 달리 불량화소가 생기는 것을 방지할 수 있으며, 광섬유에 의해 발생된 이미지 왜곡을 안정되고 용이하게 해결할 수 있다.

대표도 - 도2



특허청구의 범위

청구항 1

빛을 조사하는 광원과,
 상기 광원으로부터 조사된 빛을 투과 및 반사시키는 복수의 빔 스플리터와,
 상기 빔 스플리터를 투과한 빛을 물체에 조사하고 물체로부터 반사된 빛을 카메라에 전달하는 광섬유와,
 상기 빔 스플리터로부터 반사된 빛과 상기 광섬유로부터 전달된 빛을 수용하는 카메라와,
 상기 빔 스플리터와 상기 광섬유 사이에 배치되어 상기 광섬유로 입사되는 빛의 각도를 조절하는 스캐닝 미러를 포함하는 것을 특징으로 하는 무주사 방식의 단일 광섬유 내시경 장치.

청구항 2

제 1 항에 있어서,
 상기 광섬유는 다중모드 단일 광섬유인 것을 특징으로 하는 무주사 방식의 단일 광섬유 내시경 장치.

청구항 3

제 1 항에 있어서, 상기 복수의 빔 스플리터는,
 상기 광원으로부터 조사된 빛을 투과 및 반사시키는 제 1 빔 스플리터와,
 상기 스캐닝 미러를 통과한 빛을 상기 광섬유로 반사시키는 제 2 빔 스플리터와,
 상기 제 1 빔 스플리터로부터 반사된 빛을 상기 카메라에 전달하는 제 3 빔 스플리터를 구비하는 것을 특징으로 하는 무주사 방식의 단일 광섬유 내시경 장치.

청구항 4

제 1 항에 있어서,
 상기 스캐닝 미러는 2축 갈바노미터 스캐닝 미러인 것을 특징으로 하는 무주사 방식의 단일 광섬유 내시경 장치.

청구항 5

광원으로부터 조사된 빛이 빔 스플리터와 광섬유를 통과하고, 물체에 반사되어 다시 광섬유를 통해 돌아오는 샘플 빔 생성단계와,
 광원으로부터 조사된 빛이 빔 스플리터를 통해 반사되어 돌아오는 기준 빔 생성단계와,
 상기 샘플 빔과 상기 기준 빔의 간섭에 의해 발생된 간섭 이미지에 디지털 홀로그래피 알고리즘을 적용하여 샘플 빔의 세기와 위상 이미지를 획득하는 단계를 포함하여 구성되는 것을 특징으로 하는 무주사 방식의 단일 광섬유 내시경 장치를 이용한 이미지 획득 방법.

청구항 6

제 5 항에 있어서, 상기 샘플 빔 생성단계는,

물체로부터 광섬유의 입사평면측으로 평면과 레이저를 다양한 각도로 입사시키고, 각각의 각도에 의한 평면 입사파에 대한 출력영상을 위상 이미징 방법에 의해 획득하는 투과행렬 생성단계와,

물체에 의해 다양한 각도로 산란된 빛의 각각의 스펙트럼을 측정하고, 각각의 각도에 해당되는 평면파에 의한 반사이미지를 형성하는 단계와,

상기 투과행렬 생성단계에 의한 이미지와 상기 반사이미지 사이의 패턴을 비교하여 물체가 산란시켜 생성한 각각의 스펙트럼을 구하고, 각각의 스펙트럼에 의해 재구성 이미지를 획득하는 단계를 포함하는 것을 특징으로 하는 무주사 방식의 단일 광섬유 내시경 장치를 이용한 이미지 획득 방법.

청구항 7

제 6 항에 있어서, 상기 샘플 빔 생성단계는,

스캐닝 미러의 각도를 조절하여 광섬유의 입사평면에서의 빛의 각도를 다양한 각도로 조절하면서 다양한 패턴의 빛을 조사하여 상기 반사이미지 형성단계와 상기 재구성 이미지 획득단계를 복수 회 반복하는 단계와,

상기 복수의 반복에 의해 형성된 복수의 재구성 이미지를 모두 더하여 입사빔을 제거하고 물체의 최종적 이미지를 획득하는 단계를 포함하는 것을 특징으로 하는 무주사 방식의 단일 광섬유 내시경 장치를 이용한 이미지 획득 방법.

청구항 8

제 6 항 또는 제 7 항에 있어서, 상기 재구성 이미지의 획득은 하기 식에 의해 획득하는 것을 특징으로 하는 무주사 방식의 단일 광섬유 내시경 장치를 이용한 이미지 획득 방법.

$$E_{op}(x, y) = T^{-1} E_{IP}(x, y)$$

(여기서, E_{op} 는 물체평면에서의 물체의 이미지를, T^{-1} 는 측정된 투과행렬의 역의 값을, E_{IP} 는 광섬유 입사평면에서의 기록된 이미지를 각각 의미한다)

명세서

기술분야

[0001] 본 발명은 의료진단 장비인 내시경에 관한 것으로서, 더욱 상세하게는 단일의 광섬유를 이용한 무주사 방식의 내시경 장치 및 이를 이용한 이미지 획득 방법에 관한 것이다.

배경기술

[0002] 일반적으로 내시경 장치는 체내 상태를 진단, 진료하는 영상처리장치를 포함하는 의료기기로서, 인체의 위나 십이지장, 결장 등 직접적인 시야가 차단된 인체 기관의 내부면을 관찰할 수 있기 때문에 의료진단에 있어서는 없어서는 안되는 기구이다. 이러한 내시경 장치는 인체의 절개 수술을 최소화하면서 조직의 이상부위를 발견할 수 있고 외과수술을 가이드하는데 많은 도움이 된다. 또한, 내시경 장치는 이러한 의료목적에만 한정되는 것이 아니라, 복잡한 기계의 산업적 내부탐사나 다른 이미지 기구가 도달하기 어려운 장소 등 다양한 목적으로도 사용되고 있다.

[0003] 이러한 내시경 장치에는 광섬유가 널리 활용되고 있는 바, 이는 광섬유가 유연하고 굴곡이 많은 통로를 통해서 빛을 안내할 수 있기 때문이다.

[0004] 이러한 광섬유를 이용한 내시경 장치로서, 한국공개특허공보 10-2005-0111011호와 한국등록특허 10-0945280호에 기재된 바와 같은 내시경장치가 제안되고 있다. 상기 종래기술에 의한 내시경 장치는, 도 1에 나타난 바와 같이, 환자의 몸속으로 삽입되어 환부와 관련된 영상을 획득하는 내시경과, 상기 내시경에 빛을 공급하여 환부를

밝게 하는 내시경 광원장치와, 상기 내시경으로부터 출력되는 광영상을 전기적인 영상신호로 변환하는 카메라와, 상기 카메라에서 출력되는 영상신호를 육안으로 확인할 수 있도록 디스플레이하는 모니터를 구비하고 있다.

[0005] 상기 종래기술을 포함하여, 광섬유를 이용한 내시경 기술은 무주사방식(scanner-free method)과 주사방식으로 구분할 수 있는 바, 무주사방식은 단일 광섬유로는 넓은 영역의 이미지 전송을 할 수 없기 때문에 기존의 무주사방식은 단일 광섬유가 아닌 광섬유 다발을 이용하고 있다. 이러한 무주사방식은 많은 수의 광섬유 다발을 입력 측과 출력 측에 같은 순서로 배열하여 입력 측의 광섬유 한 가닥을 통해 전송되는 빛의 세기가 출력 측에서 한 점이 되도록 하는 방식이다. 광섬유 다발의 끝에 이미징을 위한 렌즈를 부착하여 물체의 영상이 다발 끝에 맺히게 한 후, 다발을 구성하는 각각의 광섬유가 이미지의 픽셀들을 외부로 전송한다. 이 방식의 장점은 별도의 이미지 분석이 없이 실시간으로 넓은 영역에 걸쳐 물체의 영상을 얻을 수 있다는 점이다.

[0006] 그러나, 이러한 무주사방식은 높은 화소수를 얻기 위해서 많은 광섬유 가닥이 필요하므로 섬유 다발의 직경이 커지는 문제점이 있었을 뿐만 아니라, 많은 수의 광섬유를 다발로 묶어놓아 유연성이 떨어지고 시간이 지날수록 광섬유 가닥이 끊어져 불량화소가 늘어나는 단점이 있다. 또한, 굵은 섬유 다발을 환자의 몸속으로 삽입을 하는 과정에서 다발이 생체 조직에 접촉하고 강한 마찰을 일으키기 쉽다. 그 결과 통증을 유발하는 등 환자에게 여러 가지 불편함을 일으키고, 심한 경우에는 내부 조직을 손상시키기도 한다. 또한 이미지가 픽셀화 되어 이미지의 질이 좋지 않다고 하는 문제점이 있었다.

[0007] 한편, 이러한 무주사방식의 대안으로서, 주사방식이 제안되고 있는 바, 주사방식은 단일 광섬유 끝단에 집속 렌즈와 스캐너를 달아 주사 방식으로 스캔하는 것이다. 이 기술에서는 한 번에 한 곳에 빛을 집속하여 쏘인 후 돌아오는 빛을 같은 광섬유를 통해 검출한다. 따라서 넓은 영역에 걸쳐 이미지를 획득하기 위해서는 집속된 빛을 스캔하는 것이 필요하다. 이 기술의 특징은 단일 광섬유를 이용하기 때문에 직경이 매우 작다는 점이다. 그러나 끝단에 렌즈와 스캐너를 달아야하기 때문에 실질적인 직경은 크게 줄지 않는다. 주사 방식은 제품 몸체의 크기는 줄일 수 있지만 여전히 렌즈와 스캐너의 크기로 인해 제품의 소형화에는 한계를 지니고 있고, 넓은 영역을 관찰하기 위하여 스캔을 해야 하므로 속도가 느리다는 단점이 생긴다.

발명의 내용

해결하려는 과제

[0008] 본 발명은 상술한 종래기술의 문제점을 해결하고자 하는 것으로서, 본 발명의 목적은 단일의 광섬유를 사용하여 내시경의 직경을 줄이고 유연성을 증가시키면서도 무주사방식으로 공간정보를 한 번에 이미징할 수 있는 내시경 장치를 제공하는 것이다.

[0009] 본 발명의 다른 목적은 무주사방식으로 단일의 광섬유를 이용하면서도 광섬유에 의해 발생된 이미지의 왜곡을 해소하여 공간적인 물체의 이미지를 스캔없이 획득할 수 있는 이미지 획득방법을 제공하는 것이다.

과제의 해결 수단

[0010] 상술한 목적을 달성하기 위하여, 본 발명에 의한 무주사 방식의 단일 광섬유 내시경 장치는, 빛을 조사하는 광원과, 상기 광원으로부터 조사된 빛을 투과 및 반사시키는 복수의 빔 스플리터와, 상기 빔 스플리터를 투과한 빛을 물체에 조사하고 물체로부터 반사된 빛을 카메라에 전달하는 광섬유와, 상기 빔 스플리터로부터 반사된 빛과 상기 광섬유로부터 전달된 빛을 수용하는 카메라와, 상기 빔 스플리터와 상기 광섬유 사이에 배치되어 상기 광섬유로 입사되는 빛의 각도를 조절하는 스캐닝 미러를 포함하는 것을 특징으로 한다.

[0011] 여기서, 상기 광섬유는 다중모드 단일 광섬유인 것을 특징으로 한다.

[0012] 여기서, 상기 복수의 빔 스플리터는 상기 광원으로부터 조사된 빛을 투과 및 반사시키는 제 1 빔 스플리터와, 상기 스캐닝 미러를 통과한 빛을 상기 광섬유로 반사시키는 제 2 빔 스플리터와, 상기 제 1 빔 스플리터로부터 반사된 빛을 상기 카메라에 전달하는 제 3 빔 스플리터를 구비하는 것을 특징으로 한다.

[0013] 여기서, 상기 스캐닝 미러는 2축 갈바노미터인 것을 특징으로 한다.

- [0014] 본 발명에 의한 무주사 방식의 단일 광섬유 내시경 장치를 이용한 이미지 획득 방법은, 광원으로부터 조사된 빛이 빔 스플리터와 광섬유를 통과하고, 물체에 반사되어 다시 광섬유를 통해 돌아오는 샘플 빔 생성단계와, 광원으로부터 조사된 빛이 빔 스플리터를 통해 반사되어 돌아오는 기준 빔 생성단계와, 상기 샘플 빔과 상기 기준 빔의 간섭에 의해 발생된 간섭 이미지에 디지털 홀로그래피 알고리즘을 적용하여 샘플 빔의 세기와 위상 이미지를 획득하는 단계를 포함하여 구성되는 것을 특징으로 한다.
- [0015] 여기서, 상기 샘플 빔 생성단계는, 물체로부터 광섬유의 입사평면측으로 평면파 레이저를 다양한 각도로 입사시키고, 각각의 각도에 의한 평면 입사파에 대한 출력영상을 위상 이미징 방법에 의해 획득하는 투과행렬 생성단계와, 물체에 의해 다양한 각도로 산란된 빛의 각각의 스펙트럼을 측정하고, 각각의 각도에 해당되는 평면파에 의한 반사이미지를 형성하는 단계와, 상기 투과행렬 생성단계에 의한 이미지와 상기 반사이미지 사이의 패턴을 비교하여 물체가 산란시켜 생성한 각각의 스펙트럼을 구하고, 각각의 스펙트럼에 의해 재구성 이미지를 획득하는 단계를 포함하는 것을 특징으로 한다.
- [0016] 여기서, 상기 샘플 빔 생성단계는, 스캐닝 미러의 각도를 조절하여 광섬유의 입사평면에서의 빛의 각도를 다양한 각도로 조절하면서 다양한 패턴의 빛을 조사하여 상기 반사이미지 형성단계와 상기 재구성 이미지 획득단계를 복수 회 반복하는 단계와, 상기 복수의 반복에 의해 형성된 복수의 재구성 이미지를 모두 더하여 입사빔을 제거하고 물체의 최종적 이미지를 획득하는 단계를 포함하는 것을 특징으로 한다.
- [0017] 여기서, 상기 재구성 이미지의 획득은 하기 식에 의해 획득하는 것을 특징으로 한다.
- [0018]
$$E_{op}(x, y) = T^{-1} E_{IP}(x, y)$$
- [0019] (여기서, E_{op} 는 물체평면에서의 물체의 이미지를, T^{-1} 는 측정된 투과행렬의 역의 값을, E_{IP} 는 광섬유 입사평면에서의 기록된 이미지를 각각 의미한다)

발명의 효과

- [0020] 상술한 구성을 가지는 본 발명에 의하면, 단일 광섬유를 사용하므로 내시경의 직경을 획기적으로 줄일 수 있고, 광섬유가 지탱하는 범위 안에서 광섬유를 휘어지게 할 수 있으므로 광섬유 다발을 이용하는 방식에 비해 내시경의 유연성을 크게 증가시킬 수 있고, 섬유 다발의 경우와는 달리 불량화소가 생기는 것을 방지할 수 있다.
- [0021] 또한, 광섬유 끝에 스캐너를 부착하지 않기 때문에 제품을 소형화할 수 있고 영상을 얻기 위해 스캔을 할 필요가 없어 속도 면에서도 장점을 지닌다.
- [0022] 또한, 본 발명에 의한 내시경 장치와 이미지 획득방법에 의하면, 매우 좁고 굴곡이 심한 통로 반대편에 있는 물체를 고속 및 고해상도로 이미징 할 수 있을 뿐만 아니라, 의료기기에 사용될 경우, 환자에게 큰 불편함을 주지 않고 인체 내부에 존재하는 질병을 진단하는 데 이용될 수 있으며, 산업적으로는 자동차 엔진 등 매우 복잡한 기계의 내부를 이미징 하는데 이용될 수 있다.
- [0023] 또한, 단일의 광섬유를 사용하면서도, 레이저 반점 이미징 방법과 혼탁렌즈 이미징 방법에 의해 광섬유에 의해 발생된 이미지 왜곡을 안정되고 용이하게 해결할 수 있다.

도면의 간단한 설명

- [0024] 도 1은 종래의 내시경 장치의 구조를 나타내는 개략도이다.
- 도 2는 본 발명에 의한 무주사방식의 단일 광섬유 내시경 장치를 나타내는 도면이다.
- 도 3a 내지 3e는 본 발명에 의한 내시경 장치를 이용한 이미지 획득방법을 나타내는 도면이다.
- 도 4a 및 도 4b는 본 발명의 일 실시예에 의한 이미지 획득을 나타내는 도면이다.
- 도 5는 본 발명의 다른 실시예에 의한 이미지 획득을 나타내는 도면이다.

발명을 실시하기 위한 구체적인 내용

- [0025] 이하, 첨부된 도면을 참조하여 실시예로써 본 발명에 의한 무주사방식의 단일 광섬유 내시경장치와 이를 이용한 이미지 획득방법에 대하여 상세하게 설명한다.
- [0026] 도 2에 나타난 바와 같이, 본 발명에 의한 무주사방식의 단일 광섬유 내시경 장치(1)는, 광원(10)과, 복수의 빔 스플리터(21, 22, 23)와, 광섬유(30)와, 카메라(40)와, 스캐닝 미러(24)를 포함하여 구성된다.
- [0027] 상기 광원(10)은 물체를 향하여 빛을 조사하며, 본 실시예에 있어서는, 레이저 빛을 조사하는 He-Ne 레이저인 것을 예로 하였으나, 반드시 이에 한정되지는 않는다.
- [0028] 상기 광섬유(30)는 상기 빔 스플리터를 투과한 빛을 물체에 조사하고 물체로부터 반사된 빛을 상기 카메라에 전달한다. 본 발명에 있어서, 상기 광섬유는 무주사방식을 이용하지만 다중모드를 갖는 단일의 광섬유로 구성된다. 본 실시예에 있어서, 상기 광섬유는 코어의 직경이 200 마이크로미터인 다중모드 광섬유(BFL48-200, Thorlabs)의 것을 예로 하였으나, 반드시 이에 한정되지는 않고, 다중 모드를 갖는 단일의 광섬유이면 족하다.
- [0029] 상기 광원과 상기 광섬유 사이에는 복수의 빔 스플리터가 마련된다. 상기 복수의 빔 스플리터는 상기 광원으로부터 조사된 빛이나 다른 빔 스플리터로부터 반사된 빛을 투과 및 반사시키며, 본 실시예에 있어서는 제 1 빔 스플리터(21), 제 2 빔 스플리터(22), 제 3 빔 스플리터(23)의 3개의 빔 스플리터로 구성된 것을 예로 한다.
- [0030] 상기 제 1 빔 스플리터(21)는 상기 광원(10)의 전면측에 배치되어 상기 광원으로부터 조사된 빛을 투과 및 반사시키고, 상기 제 2 빔 스플리터(22)는 후술하는 스캐닝 미러와 상기 광섬유 사이에 배치되어 스캐닝 미러를 투과한 빛을 광섬유측으로 반사시킨다. 또한, 상기 제 3 빔 스플리터(23)는 상기 제 2 빔 스플리터와 상기 카메라(40) 사이에 배치되어, 상기 제 1 빔 스플리터로부터 반사된 빛과 물체로부터 반사되어 상기 광섬유와 상기 제 2 빔 스플리터를 통과한 빛을 상기 카메라에 전달한다.
- [0031] 상기 제 1 빔 스플리터(21)와, 상기 제 2 빔 스플리터(22) 또는 상기 광섬유 사이에는 스캐닝 미러(24)가 배치된다. 상기 스캐닝 미러는 상기 광원으로부터 조사되어 상기 제 1 빔 스플리터(21)를 투과한 빛을 상기 광섬유 또는 상기 제 2 빔 스플리터측으로 통과시키며, 상기 광섬유로 입사되는 빛의 각도를 조절한다. 본 실시예에 있어서, 상기 스캐닝 미러(24)는 2축 갈바노미터 스캐닝 미러인 것을 예로 하였으나, 반드시 이에 한정되지 않고 광섬유로 입사되는 빛의 각도를 조절할 수 있으면 좋다.
- [0032] 또한, 상기 제 1 빔 스플리터와 제 3 빔 스플리터 사이에는 빛의 경로를 전환하기 위한 복수의 미러(M)와 복수의 렌즈(L)가 더욱 배치될 수 있고, 상기 제 2 빔 스플리터와 상기 제 3 빔 스플리터 사이에는 복수의 렌즈(L)가 더욱 배치될 수 있으며, 상기 제 2 빔 스플리터와 상기 광섬유 사이에는 대물렌즈(25)가 배치된다.
- [0033] 상술한 구성을 가지는 본 발명의 내시경 장치는, 상기 광섬유의 입사평면(IP)측으로 조사광을 쏘여주면, 조사광은 광섬유를 타고 물체가 위치한 물체평면(OP)에 도착한 후에 물체에서 반사되어 동일한 광섬유를 타고 다시 되돌아오고, 되돌아온 빛을 카메라로 측정하여 물체의 영상을 얻는다.
- [0034] 상술한 바와 같이, 본 발명의 내시경 장치는 단일 광섬유를 사용하므로 내시경의 직경을 획기적으로 줄일 수 있고, 광섬유가 지탱하는 범위 안에서 광섬유를 휘어지게 할 수 있으므로 광섬유 다발을 이용하는 방식에 비해 내시경의 유연성을 크게 증가시킬 수 있고, 섬유 다발의 경우와는 달리 불량화소가 생기는 것을 방지할 수 있고, 광섬유 끝에 스캐너를 부착하지 않기 때문에 제품을 소형화할 수 있고 영상을 얻기 위해 스캔을 할 필요가 없어 속도 면에서도 장점을 지닌다.
- [0035] 한편, 상술한 구성을 가지는 내시경 장치를 이용하여 이미지를 획득하는 방법에 대하여 설명한다.
- [0036] 본 실시예에 있어서, 물체에서 반사되어 돌아온 빛을 샘플 빔(Sample beam)이라 칭하고, 물체에 의해 반사되지 않고 빔 스플리터에 의해 반사되어 카메라에 도달한 빛을 기준 빔(reference beam)이라 칭한다.
- [0037] 본 발명에 의한 무주사 방식의 단일 광섬유 내시경 장치를 이용한 이미지 획득 방법은 기본적으로, 샘플 빔과 기준 빔을 각각 생성하고, 상기 샘플 빔과 상기 기준 빔의 간섭에 의해 발생된 간섭 이미지에 디지털 홀로그래피 알고리즘을 적용하여 샘플 빔의 세기와 위상 이미지를 획득한다.
- [0038] 광원으로부터 조사된 빛이 빔 스플리터와 광섬유를 통과하고, 물체에 반사되어 다시 광섬유를 통해 돌아오는 샘플 빔 생성단계와, 광원으로부터 조사된 빛이 빔 스플리터를 통해 반사되어 돌아오는 기준 빔 생성단계와, 상기

샘플 빔과 상기 기준 빔의 간섭에 의해 발생된 간섭 이미지에 디지털 홀로그래피 알고리즘을 적용하여 샘플 빔의 세기와 위상 이미지를 획득하는 단계를 포함하여 구성된다.

[0039] 광원(10)으로부터 조사된 빛을 제 1 빔 스플리터(21)에 의해 분할하고, 그 중에 투과한 빛은 상기 스캐닝 미러(24)를 통과한다. 상기 스캐닝 미러(24)를 통과한 빛은 제 2 빔 스플리터(22)에서 반사되어 광섬유(30)를 통과한 후 물체에서 반사되어 다시 제 3 빔 스플리터(23)를 거쳐 카메라로 돌아오고, 이렇게 하여 샘플 빔을 생성한다.

[0040] 한편, 상기 샘플 빔과는 별도로 광원으로부터 조사된 빛이 제 1 빔 스플리터(21)에서 반사되고, 제 1 빔 스플리터에서 반사된 빛이 다시 제 3 빔 스플리터(23)에서 반사되어 카메라에 도달하여 기준 빔을 생성한다.

[0041] 상기 샘플 빔과 기준 빔이 동시에 카메라에 도착하면 간섭을 일으키는데, 그 간섭 이미지에 디지털 홀로그래피 알고리즘을 적용하면 샘플 빔의 세기와 위상 이미지를 얻을 수 있다.

[0042] 도 3을 참조하여 본 발명의 이미지 획득 방법에 의한 물체의 이미지 획득에 대하여 설명한다.

[0043] 도 3c는 광섬유를 통해 물체에서 반사된 빛인 샘플 빔의 세기 분포를 측정한 이미지들이다. 본 실시예에 있어서, 상기 물체(object)는 USAF resolution target (NT55-622, Edmund Optics Inc.)인 것을 예로 한다.

[0044] 도 3c에 나타난 이미지들은 여러 장인 것을 알 수 있는 바, 각각의 이미지들은 광섬유의 입사평면(IP)에 입사하는 빛의 각도 (θ_x , θ_y)s를 상기 스캐닝 미러(24)로 바꾸어 가면서 측정한 것이다.

[0045] 여기서 주목할 점은 각각의 이미지들은 매우 복잡한 패턴을 띠고 있으면서, 원래 물체의 구조는 전혀 드러나지 않는다는 것이다.

[0046] 이렇게 물체가 보이지 않는 것에는 두 가지 요인이 있다. 첫째는 빛이 입사평면(IP)에서 물체평면(OP)로 진행하면서 광섬유에 의해서 왜곡이 되어 물체에 입사하는 빛의 패턴이 매우 복잡해진다는 것이다. 그리고 두 번째는 물체에서 반사된 빛이 물체평면(OP)에서 입사평면(IP)으로 되돌아오면서 다시 광섬유에 의해서 왜곡이 된다는 점이다.

[0047] 본 발명에서는 첫 번째 문제를 해결하기 위해 레이저 반점 이미징 (Speckle imaging) 방법을 사용하여 물체의 최종적 이미지를 획득하고, 두 번째 문제를 해결하기 위해 혼탁 렌즈 이미징 (turbid lens imaging: TLI) 방법을 적용하여 재구성 이미지를 획득한다.

[0048] 이하, 상기 혼탁 렌즈 이미징 방법과 레이저 반점 이미징 방법을 적용한 본 발명의 이미지 획득방법에 대하여 구체적으로 설명한다.

[0049] 본 발명의 샘플 빔 생성단계는, 물체로부터 광섬유의 입사평면측으로 평면파 레이저를 다양한 각도로 입사시키고, 각각의 각도에 의한 평면 입사파에 대한 출력영상을 위상 이미징 방법에 의해 획득하는 투과행렬 생성단계와, 물체에 의해 다양한 각도로 산란된 빛의 각각의 스펙트럼을 측정하고, 각각의 각도에 해당되는 평면파에 의한 반사이미지를 형성하는 단계와, 상기 투과행렬 생성단계에 의한 이미지와 상기 반사이미지 사이의 패턴을 비교하여 물체가 산란시켜 생성한 각각의 스펙트럼을 구하고, 각각의 스펙트럼에 의해 재구성 이미지를 획득하는 단계와, 스캐닝 미러의 각도를 조절하여 광섬유의 입사평면에서의 빛의 각도를 다양한 각도로 조절하면서 다양한 패턴의 빛을 조사하여 상기 반사이미지 형성단계와 상기 재구성 이미지 획득단계를 복수 회 반복하는 단계와, 상기 복수의 반복에 의해 형성된 복수의 재구성 이미지를 모두 더하여 입사빔을 제거하고 물체의 최종적 이미지를 획득하는 단계로 구성된다.

[0050] 우선, 물체평면(OP)으로부터 입사평면(IP)로 진행하면서 생긴 이미지의 왜곡을 해결하는 것을 설명한다.

[0051] 우선, 도 3a에 나타난 바와 같은 투과행렬을 생성한다. 물체의 이미지를 왜곡시키는 매질(이 경우는 광섬유)에, 그림 3b에 나타난 바와 같이, 물체평면(OP)으로부터 입사평면(IP) 방향으로 평면파 레이저를 여러 각도로 입사시켜 각각의 평면 입사파에 대한 출력 영상을 위상 이미징 방법을 통하여 획득한다.

[0052] 도 3a의 이미지들은 상술한 바와 같이 획득한 일련의 이미지들인데, 이를 본 실시예에 있어서는 투과행렬(transmission matrix)이라 칭한다. 본 실시예에 의한 실험적 구현에서는 0.22 NA까지 15000장의 이미지를 측정하였다.

- [0053] 그런 다음, 매질의 상기 투과 행렬이 얻어지면, 왜곡된 이미지로부터 원래의 이미지를 복원시킨다. 이미지의 복원을 위해서는, 우선 물체에 의한 반사이미지를 형성하고, 투과행렬과 반사이미지에 의해 재구성 이미지를 획득한다.
- [0054] 즉, 도 2에 나타난 바와 같이, 광섬유를 통해 물체(object)에 빛을 입사키면, 물체는 빛을 여러 각도로 반사 또는 산란시키게 되는데, 이때 산란한 빛의 각도 분포인 각 스펙트럼(angular spectrum)을 측정하면, 각 각도에 해당하는 평면파를 선형적으로 더하여 물체의 영상을 얻을 수 있다.
- [0055] 그런데 개개의 각도로 산란된 빛이 물체평면(OP)으로부터 입사평면(IP)으로 광섬유를 통과하여 카메라에 도착할 때에는 그 분포가 도 3a처럼 매우 복잡하게 바뀐다. 따라서 측정되는 물체의 이미지는 도 3c와 같이 원래의 물체 형상을 알아볼 수 없게 된다.
- [0056] 그러나 도 3c의 물체의 이미지는 도 3a에 나타난 투과행렬들의 선형 합이기 때문에, 둘 사이의 패턴을 비교하면 원래 물체가 산란시켜 생성한 각 스펙트럼을 구할 수 있다. 이렇게 구해진 각 스펙트럼을 이용하면, 도 3d에 나타난 바와 같이, 물체가 빛을 산란했을 때의 물체평면(OP)에서의 물체 이미지들을 혼탁 렌즈 이미징 (turbid lens imaging: TLI) 방법에 의해 구할 수 있다. 이 때, 상기 혼탁 렌즈 이미징 방법에 의해 상기 재구성 이미지의 획득은 하기 식에 의해 획득할 수 있다.
- [0057]
$$E_{op}(x, y) = T^{-1} E_{IP}(x, y)$$
- [0058] 여기서, E_{op} 는 물체평면에서의 물체의 이미지를, T^{-1} 는 측정된 투과행렬의 역의 값을, E_{IP} 는 광섬유 입사평면에서의 기록된 이미지를 각각 의미한다.
- [0059] 그런 다음, 레이저 반점 이미징 (Speckle imaging) 방법을 사용하여 물체의 최종적 이미지를 획득한다.
- [0060] 도 3d에 나타난 바와 같이, 물체평면(OP)에서의 물체의 이미지들은 물체의 구조를 보여주지 못한다. 이는 처음에 입사평면(IP)에서 물체평면(OP)으로 입사시킨 빛이 물체평면(OP)에서 매우 복잡한 패턴을 가지고 있었기 때문이다.
- [0061] 즉 도 3d의 이미지들은 복잡한 패턴의 빛으로 물체를 조사한 후 그 반사 이미지를 측정한 것이기 때문에, 물체의 구조가 조사빔에 의해 가려져 있다.
- [0062] 따라서, 스캐닝 미러의 각도를 조절하여 광섬유의 입사평면에서의 빛의 각도를 다양한 각도로 조절하면서 다양한 패턴의 빛을 조사하여 상기 반사이미지 형성단계와 상기 재구성 이미지 획득단계를 복수 회 반복하고, 복수의 반복에 의해 형성된 복수의 재구성 이미지를 모두 더하여 입사빔을 제거하고 물체의 최종적 이미지를 획득할 수 있다.
- [0063] 입사평면(IP)에 입사하는 빛의 각도인 $(\theta_x, \theta_y)_s$ 를 바꾸어가면서 도 3c에 나타난 바와 같이, 여러 장의 이미지를 측정한다. 이렇게 하는 이유는 $(\theta_x, \theta_y)_s$ 를 바꿈에 따라 물체평면(OP)에 입사하는 빛의 패턴이 달라지기 때문인데, 이를 바탕으로 레이저 반점 이미징 방법을 적용하면 깨끗한 물체의 이미지를 얻을 수 있다.
- [0064] 즉, 여러 가지 복잡한 패턴의 빛을 쏘여 물체를 이미징한 후 그 이미지들을 모두 더하면 복잡한 패턴의 입사빔은 더해지는 과정에서 사라지고, 물체의 구조만 남는 것이다.
- [0065] 상술한 바와 같이, 도 3c에 나타난 바와 같은 물체로부터의 반사이미지를 혼탁렌즈 이미징(TLI) 알고리즘을 이용하여 물체평면(OP)에서의 이미지를 구하여 도 3d에 나타난 바와 같은 여러 장의 재구성 이미지를 얻고, 이들을 모두 더하면 도 3e에 나타난 바와 같은 깨끗한 물체의 이미지를 얻을 수 있다.
- [0066] 상술한 구성을 가지는 본 발명의 이미지 획득방법에 의하면, 매우 좁고 굴곡이 심한 통로 반대편에 있는 물체를 고속 및 고해상도로 이미징 할 수 있을 뿐만 아니라, 의료기기에 사용될 경우, 환자에게 큰 불편함을 주지 않고 인체 내부에 존재하는 질병을 진단하는 데 이용될 수 있으며, 산업적으로는 자동차 엔진 등 매우 복잡한 기계의

내부를 이미징 하는데 이용될 수 있고, 단일의 광섬유를 사용하면서도, 레이저 반점 이미징 방법과 혼탁렌즈 이미징 방법에 의해 광섬유에 의해 발생된 이미지 왜곡을 안정되고 용이하게 해결할 수 있다.

[0067] 본 실시예의 실험적 구현에서는 2.2 마이크로미터의 해상도를 얻을 수 있었으며, 300 나노미터급의 해상도를 얻을 수도 있다. 본 실시예의 이미지 영역은 광섬유의 직경과 비슷한 200 마이크로미터이다.

[0068] 상술한 바와 같은 구성을 가지는 본 발명의 내시경 장치와 이미지 획득 방법에 의해 이미징한 예를 도 4 내지 도 5에 나타내었다.

[0069] [실시예 1]

[0070] 도 4a 및 도 4b는 본 발명의 내시경 장치와 이미지 획득방법을 이용하여 넓은 영역을 이미징한 예를 나타낸 것이다.

[0071] 일반적인 내시경은 광섬유 끝을 움직여 물체의 넓은 영역을 이미징하는 바, 본 실시예에서도 같은 기능을 구현할 수 있다. 도 4a에 나타낸 바와 같이, 물체에 접하고 있는 광섬유를 좌우로 움직여 물체의 다른 부분들을 이미징하였다. 이때 투과행렬은 초기 위치에 대해서만 측정하였다. 도 4b에 나타낸 바와 같이, 본 발명에 의한 내시경 장치와 이미지 획득방법을 이용하면, 여러 위치에서 획득한 각각의 이미지들을 취합하여 구성한 넓은 영역의 이미지를 획득할 수 있다.

[0072] [실시예 2]

[0073] 본 발명에 의한 내시경 장치와 이미지 획득방법에 의하면 생체조직도 이미징이 가능하다. 실시예 2는 생체조직을 이미징한 예를 나타내는 것으로서, 본 실시예는 쥐의 대장에 존재하는 용모를 이미징한 것이다. 원리적으로는인비보(in vivo) 이미징이 가능하지만, 이미징 가능성을 보여주기 위해 용모가 포함된 조직을 떼어내어 USAF target이 있던 자리에 두고 이미징을 하였다.

[0074] 도 5a는 일반적인 투과현미경으로 실시한 이미지를, 도 5b는 본 발명의 실시예 의해 획득한 이미지를 나타낸다. 도 5a 및 도 5b에 나타낸 바와 같이, 두 개의 구조가 거의 같음을 알 수 있고, 이로부터 본 발명에 의하면 생체조직의 이미징도 가능함을 보였다.

[0075] 본 실시예는 본 발명에 포함되는 기술적 사상의 일부를 명확하게 나타낸 것에 불과하며, 본 발명의 명세서에 포함된 기술적 사상의 범위 내에서 당업자가 용이하게 유추할 수 있는 변형 예와 구체적인 실시예는 모두 본 발명의 기술적 사상에 포함되는 것은 자명하다.

부호의 설명

[0076] 1 : 단일 광섬유 내시경 장치

10 ; 광원

21 : 제 1 빔 스플리터

22 : 제 2 빔 스플리터

23 : 제 3 빔 스플리터

24 : 스캐닝 미러

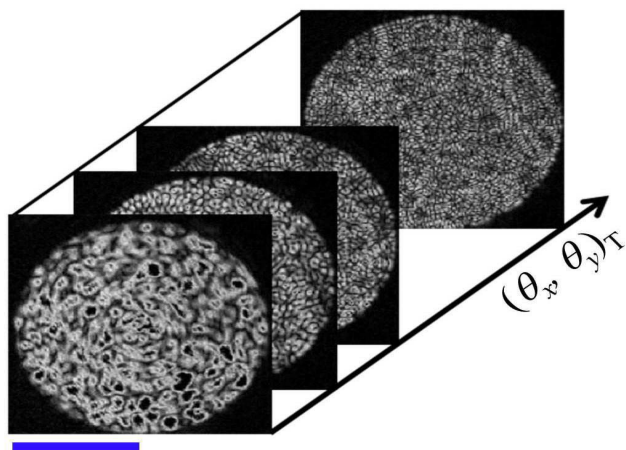
30 : 광섬유

40 : 카메라

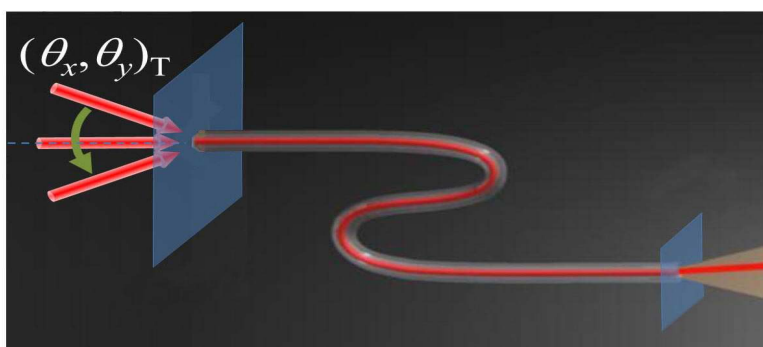
OP : 물체평면

IP : 입사평면

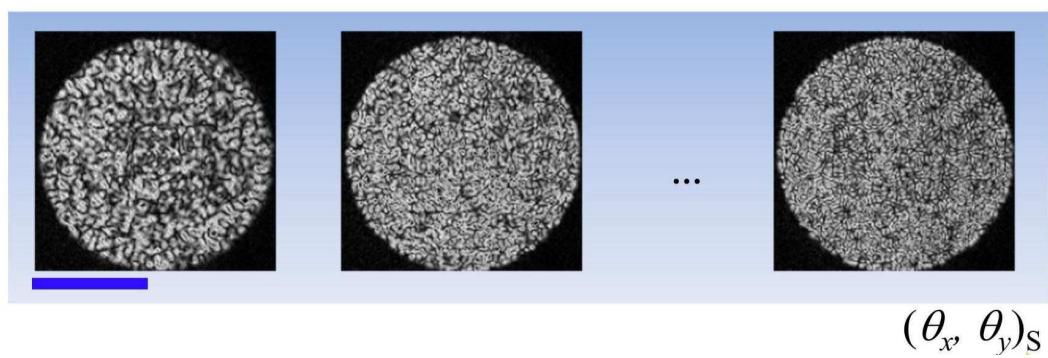
도면3a



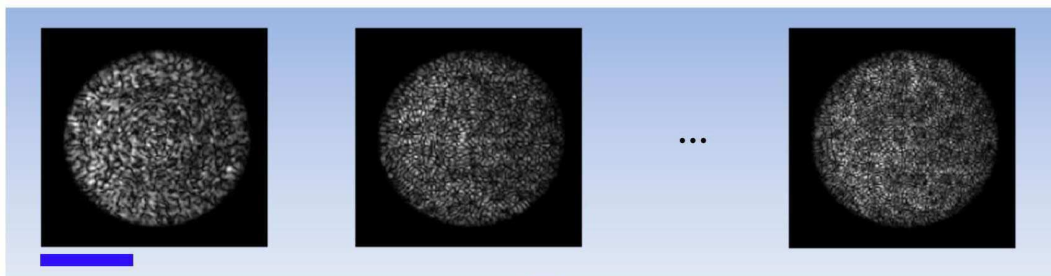
도면3b



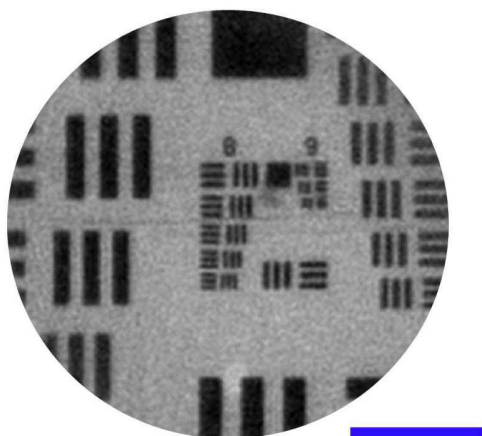
도면3c



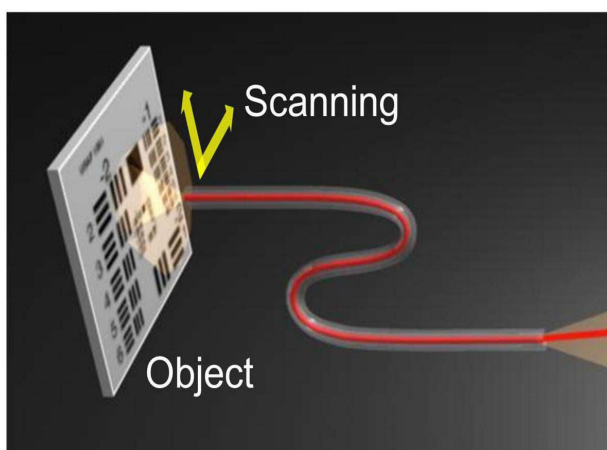
도면3d



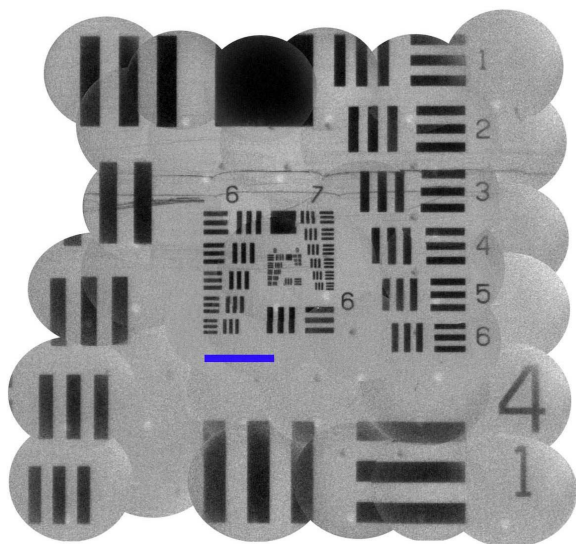
도면3e



도면4a



도면4b



도면5a



도면5b

