(19) 대한민국특허청(KR)
(12) 공개특허공보(A)

(11) 공개번호 10-2015-0069176
(43) 공개일자 2015년06월23일

(51) 국제특허분류(Int. Cl.)
G01N 21/59 (2006.01)
(21) 출원번호 10-2013-0155281
(22) 출원일자 2013년12월13일
심사청구일자 2013년12월13일

(71) 출원인
고려대학교 산학협력단
서울특별시 성북구 안암로 145, 고려대학교 (안암동5가)
(72) 발명자
최원식
서울시 노원구 공릉로34길 62, 1015-1202 (공릉동, 태강아파트)
김동규
서울시 도봉구 도봉로 136길 28 북한산아이파크 508동 1602호
(74) 대리인
특허법인남촌

전체 청구항 수 : 총 15 항

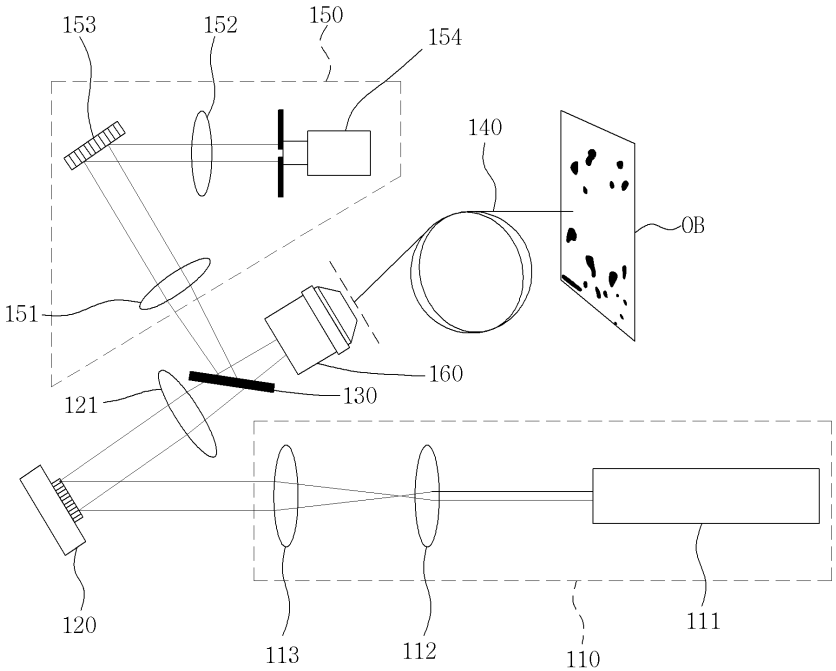
(54) 발명의 명칭 **광 전달 매질의 투과 특성을 측정하는 방법 및 이를 이용한 이미지 획득 장치**

(57) 요 약

본 발명은 광 전달 매질의 투과 특성을 측정하는 방법 및 이를 이용한 이미지 획득 장치에 관한 것이다. 본 발명에 따른 이미지 획득 장치는 빛을 조사하는 광원부과, 복수의 단위 미러로 구성되고, 상기 광원부로부터 조사된 빛을 반사시키되 상기 복수의 단위 미러의 온/오프 패턴에 따른 상호 상이한 파면의 기 설정된 복수의 포커싱

(뒷면에 계속)

대 표 도 - 도2



패턴광이 순차적으로 형성되도록 상기 광원부로부터의 빛을 반사하는 디지털 마이크로 미러와, 상기 디지털 마이크로 미러에 의해 형성된 상기 포커싱 패턴광이 투과하여 측정 대상물로 향하게 하는 광 전달 매질과, 상기 측정 대상물로부터 반사되어 상과 광 전달 매질을 투과한 측정광을 이미징하는 이미징부와, 상기 디지털 마이크로 미러와 상기 광 전달 매질 사이의 광 경로 상에 배치되어 상기 디지털 마이크로 미러로부터의 상기 포커싱 패턴광을 상기 광 전달 매질로 향하게 하고, 상기 광 전달 매질을 투과한 상기 측정광을 상기 이미징부로 향하게 하는 빔 스플리터를 포함하며; 하나의 포커싱 패턴광은 상기 광 전달 매질을 투과할 때 하나의 특정점에 포커싱되도록 형성되고; 상기 복수의 포커싱 패턴광 각각에 의해 포커싱되는 특정점들이 상기 측정 대상물을 스캔하여 상기 측정 대상물이 이미징되는 것을 특징으로 한다. 이에 따라, 광섬유와 같은 광 전달 매질을 이용한 이미지 획득에 있어, 광 전달 매질의 종류와 무관하게 픽셀화 현상, 수차(Aberration) 현상을 제거하면서도 별도의 스캐너를 설치하지 않고 고해상도의 이미지를 고속으로 획득할 수 있다.

명 세 서

청구범위

청구항 1

광 전달 매질의 투과 특성을 측정하는 방법에 있어서,

(a) 광원부로부터 빛이 조사되는 단계와,

(b) 상기 광원부로부터 조사된 빛이 디지털 마이크로 미러에 의해 반사되어 상기 광 전달 매질을 투과하되, 상기 디지털 마이크로 미러를 구성하는 복수의 단위 미러들의 온/오프 패턴에 따라 상호 상이한 파면의 복수의 랜덤 패턴광이 순차적으로 형성되어 상기 광 전달 매질을 투과하는 단계와,

(c) 상기 (b) 단계에서 투과된 투과광이 순차적으로 이미징되는 단계와,

(d) 상기 복수의 랜덤 패턴광과 상기 (c) 단계에서 이미징된 상기 투과광에 기초하여 상기 광 전달 매질의 투과 특성에 대한 투과 행렬을 측정하는 단계와,

(e) 상기 투과 행렬에 기초하여, 상기 디지털 마이크로 미러의 온/오프 패턴에 대한 복수의 포커싱 패턴광을 산출하는 단계를 포함하며;

하나의 포커싱 패턴광은 상기 광 전달 매질을 투과할 때 하나의 특정점에 포커싱되도록 형성되고;

상기 복수의 포커싱 패턴광 각각에 의해 포커싱되는 특정점들이 측정 대상물을 스캔하여 상기 측정 대상물이 이미징이 가능하도록 형성되는 것을 특징으로 하는 광 전달 매질의 투과 특성을 측정하는 방법.

청구항 2

제1항에 있어서,

상기 광 전달 매질은 내부에 상호 독립적인 복수의 광 경로를 포함하며;

상기 (b) 단계에서는 상기 복수의 광 경로를 통과하는 빛이 모드-믹싱(Mode-mixing)되어 상기 광 전달 매질로부터 출사되는 것을 특징으로 하는 광 전달 매질의 투과 특성을 측정하는 방법.

청구항 3

제2항에 있어서,

상기 광 전달 매질은 복수의 광섬유가 각각 상기 광 경로를 형성하는 광섬유 다발을 포함하는 것을 특징으로 하는 광 전달 매질의 투과 특성을 측정하는 방법.

청구항 4

제1항에 있어서,

상기 광 전달 매질은

원통 형상을 갖는 그레이드 인덱스 렌즈(Graded index lens)와,

빛을 투과하되 내부에서 빛의 왜곡 현상이 발생하는 매질로 이미지 획득에 적용되는 매질 중 적어도 어느 하나를 포함하는 것을 특징으로 하는 광 전달 매질의 투과 특성을 측정하는 방법.

청구항 5

제1항 내지 제4항 중 어느 한 항에 있어서,

상기 투과 행렬은 상기 광 전달 매질을 투과한 빛의 상기 특정점에서의 상기 각 단위 미러에서 반사되는 빛의 위상 정보를 포함하며;

상기 (e) 단계에서 하나의 특정점에 대한 포커싱 패턴광은 상기 위상 정보에 기초하여 해당 특정점에서 보강 간섭을 형성하는 빛을 반사한 단위 미러들이 온되도록 산출되는 것을 특징으로 하는 광 전달 매질의 투과 특성을 측정하는 방법.

청구항 6

제5항에 있어서,

상기 디지털 마이크로 미러는

하나씩의 단위 미러가 상호 독립적으로, 또는 인접한 N×M개의 단위 미러가 하나의 온/오프 단위로 온/오프되어 상기 랜덤 패턴광을 형성하는 것을 특징으로 하는 광 전달 매질의 투과 특성을 측정하는 방법.

청구항 7

제5항에 있어서,

상기 (e) 단계에서

상기 복수의 포커싱 패턴광은 상기 측정 대상물과의 거리 단위로 산출되는 것을 특징으로 하는 광 전달 매질의 투과 특성을 측정하는 방법.

청구항 8

빛을 조사하는 광원부과,

복수의 단위 미러로 구성되고, 상기 광원부로부터 조사된 빛을 반사시키되 상기 복수의 단위 미러의 온/오프 패턴에 따른 상호 상이한 파면의 기 설정된 복수의 포커싱 패턴광이 순차적으로 형성되도록 상기 광원부로부터의 빛을 반사하는 디지털 마이크로 미러와,

상기 디지털 마이크로 미러에 의해 형성된 상기 포커싱 패턴광이 투과하여 측정 대상물로 향하게 하는 광 전달 매질과,

상기 측정 대상물로부터 반사되어 상과 광 전달 매질을 투과한 측정광을 이미징하는 이미징부와,

상기 디지털 마이크로 미러와 상기 광 전달 매질 사이의 광 경로 상에 배치되어 상기 디지털 마이크로 미러로부터의 상기 포커싱 패턴광을 상기 광 전달 매질로 향하게 하고, 상기 광 전달 매질을 투과한 상기 측정광을 상기 이미징부로 향하게 하는 빔 스플리터를 포함하며;

하나의 포커싱 패턴광은 상기 광 전달 매질을 투과할 때 하나의 특정점에 포커싱되도록 형성되고;

상기 복수의 포커싱 패턴광 각각에 의해 포커싱되는 특정점들이 상기 측정 대상물을 스캔하여 상기 측정 대상물이 이미징되는 것을 특징으로 하는 이미지 획득 장치.

청구항 9

제8항에 있어서,

상기 복수의 포커싱 패턴광 각각은 상기 광 전달 매질에 대해 기 측정된 투과 행렬에 기초하여 각각의 특정점에

포커싱되도록 설정되며;

상기 투과 행렬은

(a) 상기 광원부로부터 빛이 조사되는 단계와,

(b) 상기 광원부로부터 조사된 빛이 상기 디지털 마이크로 미러에 의해 반사되어 상기 광 전달 매질을 투과하되, 상기 복수의 단위 미러들의 온/오프 패턴에 따른 복수의 랜덤 패턴광이 순차적으로 형성되어 상기 광 전달 매질을 투과하는 단계와,

(c) 상기 (b) 단계에서 투과된 투과광이 순차적으로 이미징되는 단계와;

(d) 상기 복수의 랜덤 패턴광과 상기 (c) 단계에서 이미징된 상기 투과광에 기초하여 상기 광 전달 매질에 대한 상기 투과 행렬을 측정하는 단계를 통해 측정되는 것을 특징으로 하는 광 전달 매질의 투과 특성을 측정하는 방법.

청구항 10

제9항에 있어서,

상기 투과 행렬은 상기 광 전달 매질을 투과한 빛의 특정점에서의 상기 각 단위 미러에서 반사되는 빛의 위상 정보를 포함하며;

하나의 특정점에 대한 포커싱 패턴광은 상기 위상 정보에 기초하여 해당 특정점에서 보강 간섭을 형성하는 빛을 반사한 단위 미러들이 온되도록 설정되는 것을 특징으로 하는 이미지 획득 장치.

청구항 11

제10항에 있어서,

상기 디지털 마이크로 미러는

하나씩의 단위 미러가 상호 독립적으로, 또는 인접한 N×M개의 단위 미러가 하나의 온/오프 단위로 온/오프되어 상기 랜덤 패턴광을 형성하는 것을 특징으로 하는 이미지 획득 장치.

청구항 12

제8항 내지 제11항 중 어느 한 항에 있어서,

상기 광 전달 매질은 내부에 상호 독립적인 복수의 광 경로를 포함하며;

상기 복수의 광 경로를 통과하는 빛이 모드-믹싱(Mode-mixing)되어 상기 광 전달 매질로부터 출사되도록 상기 빔 스플리터와 상기 광 전달 매질 사이에 배치되는 오브젝트 렌즈를 더 포함하는 것을 특징으로 하는 이미지 획득 장치.

청구항 13

제12항에 있어서,

상기 광 전달 매질은 복수의 광섬유가 각각 상기 광 경로를 형성하는 광섬유 다발을 포함하는 것을 특징으로 하는 이미지 획득 장치.

청구항 14

제8항 내지 제11항 중 어느 한 항에 있어서,

상기 광 전달 매질은

원통 형상을 갖는 그레이드 인덱스 렌즈(Graded index lens)와,

빛을 투과하되 내부에서 빛의 왜곡 현상이 발생하는 매질로 이미지 획득에 적용되는 매질 중 적어도 어느 하나를 포함하는 것을 특징으로 하는 이미지 획득 장치.

청구항 15

제8항 내지 제11항 중 어느 한 항에 있어서,

상기 복수의 포커싱 패턴광은 상기 측정 대상물과의 거리 단위로 산출되어 등록되는 것을 특징으로 하는 광 전달 매질의 투과 특성을 측정하는 방법.

발명의 설명

기 술 분 야

[0001] 본 발명은 광 전달 매질의 투과 특성을 측정하는 방법 및 이를 이용한 이미지 획득 장치에 관한 것으로서, 더욱 상세하게는 광섬유와 같은 광 전달 매질을 통한 이미지 획득에 있어 픽셀화 현상을 제거하고 해상도를 향상시킬 수 있는 광 전달 매질의 투과 특성을 측정하는 방법 및 이를 이용한 이미지 획득 장치에 관한 것이다.

배 경 기 술

[0002] 광섬유와 같은 광 전달 매질을 이용하는 이미지 획득 방법은 의료용 내시경 외에 다른 의료 기기 뿐 만 아니라, 산업용, 예를 들어 하수관 관찰이나, 붕괴 사고 현장 내부나 건축물이 내부 구조를 검사하는데 널리 사용되고 있다. 광섬유를 이용한 내시경 장치의 예로는 한국공개특허공보 제10-2005-0111011호와 한국등록특허 제10-0945280호에 개시되어 있다.

[0003] 일반적으로 광섬유를 이용한 이미지 획득 기술은 무주사 방식(scanner-free method)과 주사 방식으로 구분할 수 있다. 여기서, 무주사 방식에 있어 단일 광섬유로는 넓은 영역의 이미지 전송을 할 수 없기 때문에 기존의 무주사 방식은 단일 광섬유가 아닌 광섬유 다발을 이용하고 있다.

[0004] 이와 같은 무주사 방식은 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 전송하게 된다. 무주사 방식의 장점은 별도의 이미지 분석이 없이 실시간으로 넓은 영역에 걸쳐 물체의 영상을 얻을 수 있다는 점이다.

[0005] 그러나, 무주사 방식은 높은 화소수를 얻기 위해서 많은 광섬유 가닥을 필요로 하므로 광섬유 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 광섬유 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.

[0006] 또한 이미지가 픽셀화(Pixelation) 되어 이미지의 질이 좋지 않다고 하는 문제점이 있다. 도 1을 참조하여 설명하면, 도 1의 (a)는 광섬유 다발로부터 얻어지는 이미지를 나타낸 도면으로, 광섬유 다발을 구성하는 각각의 광섬유가 이미지에서 하나의 픽셀을 구성하고 있다.

[0007] 도 1의 (b)는 타겟 이미지의 예를 도시한 도면으로, 인체의 세포를 예로 하고 있다. 도 1의 (a) 및 (b)에 도시된 바와 같이, 타겟 이미지 내의 샘플, 예를 들어 세포의 크기가 광섬유 다발을 구성하는 광섬유의 직경보다 작은 경우, 도 1의 (c)에 도시된 바와 같이, 이미지가 픽셀화되어 샘플을 확인하기 어려운 경우가 발생하게 되며, 이미지의 해상도가 광섬유 다발을 구성하는 광섬유의 개수에 의해 결정되는 바, 도 1의 (c)에서와 같이 이미지의 해상도가 낮은 문제점이 있다.

[0008] 상기와 같은 무주사 방식의 대안으로 제안된 주사 방식은 단일 광섬유 끝단에 집속 렌즈와 스캐너를 달아 주사

방식으로 측정 대상물을 스캔하는 방식을 사용한다. 무주사 방식에서는 한 번에 한 곳에 빛을 포커싱하고, 반사되는 빛을 광섬유를 통해 검출하게 된다. 따라서 넓은 영역에 걸쳐 이미지를 획득하기 위해서는 집속된 빛을 스캔하는 스캐너가 필수적으로 설치된다.

[0009] 이와 같은 무주사 방식의 특징은 단일 광섬유를 이용하기 때문에 직경이 매우 작아지는 장점이 있다. 그러나, 끝단에 렌즈와 스캐너를 설치하여야 하므로 실질적으로 줄어드는 직경은 크지 않으며, 스캐너라는 추가적인 부품을 적용해야하는 단점과, 물리적으로 움직이는 스캐너의 스캔 속도에 따라 이미지 획득 속도가 느려지는 문제점이 있고, 스캐너의 오류로 인해 이미지의 질이 떨어지는 문제점이 있다.

발명의 내용

해결하려는 과제

[0010] 본 발명은 상기와 같은 문제점을 해소하기 위해 안출된 것으로서, 광섬유와 같은 광 전달 매질을 이용한 이미지 획득에 있어, 광 전달 매질의 종류와 무관하게 픽셀화 현상, 수차(Aberration) 현상을 제거하면서도 별도의 스캐너를 설치하지 않고 고해상도의 이미지를 고속으로 획득할 수 있는 광 전달 매질의 투과 특성을 측정하는 방법 및 이를 이용한 이미지 획득 장치를 제공하는데 그 목적이 있다.

과제의 해결 수단

[0011] 상기 목적은 본 발명에 따라, (a) 광원부로부터 빛이 조사되는 단계와, (b) 상기 광원부로부터 조사된 빛이 디지털 마이크로 미러에 의해 반사되어 상기 광 전달 매질을 투과하되, 상기 디지털 마이크로 미러를 구성하는 복수의 단위 미러들의 온/오프 패턴에 따라 상호 상이한 파면의 복수의 랜덤 패턴광이 순차적으로 형성되어 상기 광 전달 매질을 투과하는 단계와, (c) 상기 (b) 단계에서 투과된 투과광이 순차적으로 이미징되는 단계와, (d) 상기 복수의 랜덤 패턴광과 상기 (c) 단계에서 이미징된 상기 투과광에 기초하여 상기 광 전달 매질의 투과 특성에 대한 투과 행렬을 측정하는 단계와, (e) 상기 투과 행렬에 기초하여, 상기 디지털 마이크로 미러의 온/오프 패턴에 대한 복수의 포커싱 패턴광을 산출하는 단계를 포함하며; 하나의 포커싱 패턴광은 상기 광 전달 매질을 투과할 때 하나의 특정점에 포커싱되도록 형성되고; 상기 복수의 포커싱 패턴광 각각에 의해 포커싱되는 특정점들이 측정 대상물을 스캔하여 상기 측정 대상물이 이미징이 가능하도록 형성되는 것을 특징으로 하는 광 전달 매질의 투과 특성을 측정하는 방법에 의해서 달성된다.

[0012] 여기서, 상기 광 전달 매질은 내부에 상호 독립적인 복수의 광 경로를 포함하며; 상기 (b) 단계에서는 상기 복수의 광 경로를 통과하는 빛이 모드-믹싱(Mode-mixing)되어 상기 광 전달 매질로부터 출사될 수 있다.

[0013] 또한, 상기 광 전달 매질은 복수의 광섬유가 각각 상기 광 경로를 형성하는 광섬유 다발을 포함할 수 있다.

[0014] 그리고, 상기 광 전달 매질은 원통 형상을 갖는 그레이드 인덱스 렌즈(Graded index lens)와, 빛을 투과하되 내부에서 빛의 왜곡 현상이 발생하는 매질로 이미지 획득에 적용되는 매질 중 적어도 어느 하나를 포함할 수 있다.

[0015] 그리고, 상기 투과 행렬은 상기 광 전달 매질을 투과한 빛의 상기 특정점에서의 상기 각 단위 미러에서 반사되는 빛의 위상 정보를 포함하며; 상기 (e) 단계에서 하나의 특정점에 대한 포커싱 패턴광은 상기 위상 정보에 기초하여 해당 특정점에서 보강 간섭을 형성하는 빛을 반사한 단위 미러들이 온되도록 산출될 수 있다.

[0016] 또한, 상기 디지털 마이크로 미러는 하나씩의 단위 미러가 상호 독립적으로, 또는 인접한 N×M개의 단위 미러가 하나의 온/오프 단위로 온/오프되어 상기 랜덤 패턴광을 형성할 수 있다.

[0017] 그리고, 상기 (e) 단계에서 상기 복수의 포커싱 패턴광은 상기 측정 대상물과의 거리 단위로 산출될 수 있다.

[0018] 한편, 상기 목적은 본 발명의 다른 실시 형태에 따라, 빛을 조사하는 광원부과, 복수의 단위 미러로 구성되고, 상기 광원부로부터 조사된 빛을 반사시키되 상기 복수의 단위 미러의 온/오프 패턴에 따른 상호 상이한 파면의 기 설정된 복수의 포커싱 패턴광이 순차적으로 형성되도록 상기 광원부로부터의 빛을 반사하는 디지털 마이크로 미러와, 상기 디지털 마이크로 미러에 의해 형성된 상기 포커싱 패턴광이 투과하여 측정 대상물로 향하게 하는 광 전달 매질과, 상기 측정 대상물로부터 반사되어 상과 광 전달 매질을 투과한 측정광을 이미징하는 이미징부

와, 상기 디지털 마이크로 미러와 상기 광 전달 매질 사이의 광 경로 상에 배치되어 상기 디지털 마이크로 미러로부터의 상기 포커싱 패턴광을 상기 광 전달 매질로 향하게 하고, 상기 광 전달 매질을 투과한 상기 측정광을 상기 이미징부로 향하게 하는 빔 스플리터를 포함하며; 하나의 포커싱 패턴광은 상기 광 전달 매질을 투과할 때 하나의 특정점에 포커싱되도록 형성되고; 상기 복수의 포커싱 패턴광 각각에 의해 포커싱되는 특정점들이 상기 측정 대상물을 스캔하여 상기 측정 대상물이 이미징되는 것을 특징으로 하는 이미지 획득 장치에 의해서도 달성될 수 있다.

[0019] 여기서, 상기 복수의 포커싱 패턴광 각각은 상기 광 전달 매질에 대해 기 측정된 투과 행렬에 기초하여 각각의 특정점에 포커싱되도록 설정되며; 상기 투과 행렬은 (a) 상기 광원부로부터 빛이 조사되는 단계와, (b) 상기 광원부로부터 조사된 빛이 상기 디지털 마이크로 미러에 의해 반사되어 상기 광 전달 매질을 투과하되, 상기 복수의 단위 미러들의 온/오프 패턴에 따른 복수의 랜덤 패턴광이 순차적으로 형성되어 상기 광 전달 매질을 투과하는 단계와, (c) 상기 (b) 단계에서 투과된 투과광이 순차적으로 이미징되는 단계와, (d) 상기 복수의 랜덤 패턴광과 상기 (c) 단계에서 이미징된 상기 투과광에 기초하여 상기 광 전달 매질에 대한 상기 투과 행렬을 측정하는 단계를 통해 측정될 수 있다.

[0020] 또한, 상기 투과 행렬은 상기 광 전달 매질을 투과한 빛의 특정점에서의 상기 각 단위 미러에서 반사되는 빛의 위상 정보를 포함하며; 하나의 특정점에 대한 포커싱 패턴광은 상기 위상 정보에 기초하여 해당 특정점에서 보강 간섭을 형성하는 빛을 반사한 단위 미러들이 온되도록 설정될 수 있다.

[0021] 여기서, 상기 디지털 마이크로 미러는 하나씩의 단위 미러가 상호 독립적으로, 또는 인접한 N×M개의 단위 미러가 하나의 온/오프 단위로 온/오프되어 상기 포커싱 패턴광을 형성할 수 있다.

[0022] 그리고, 상기 광 전달 매질은 내부에 상호 독립적인 복수의 광 경로를 포함하며; 상기 복수의 광 경로를 통과하는 빛이 모드-믹싱(Mode-mixing)되어 상기 광 전달 매질로부터 출사되도록 상기 빔 스플리터와 상기 광 전달 매질 사이에 배치되는 오브젝트 렌즈를 더 포함할 수 있다.

[0023] 여기서, 상기 광 전달 매질은 복수의 광섬유가 각각 상기 광 경로를 형성하는 광섬유 다발을 포함할 수 있다.

[0024] 또한, 상기 광 전달 매질은 원통 형상을 갖는 그레이드 인덱스 렌즈(Graded index lens)와, 빛을 투과하되 내부에서 빛의 왜곡 현상이 발생하는 매질로 이미지 획득에 적용되는 매질 중 적어도 어느 하나를 포함할 수 있다.

[0025] 그리고, 상기 복수의 포커싱 패턴광은 상기 측정 대상물과의 거리 단위로 산출되어 등록될 수 있다.

발명의 효과

[0026] 상기와 같은 구성에 따라, 광섬유와 같은 광 전달 매질을 이용한 이미지 획득에 있어, 광 전달 매질의 종류와 무관하게 픽셀화 현상, 수차(Aberration) 현상을 제거하면서도 별도의 스캐너를 설치하지 않고 고해상도의 이미지를 고속으로 획득할 수 있는 광 전달 매질의 투과 특성을 측정하는 방법 및 이를 이용한 이미지 획득 장치가 제공된다.

도면의 간단한 설명

[0027] 도 1은 종래의 이미지 획득 방법에서 발생하는 픽셀화 현상을 설명하기 위한 도면이고,

도 2는 본 발명에 따른 이미지 획득 장치의 구성을 도시한 도면이고,

도 3은 본 발명에 따른 이미지 획득 장치에 적용되는 투과 행렬의 측정 및 광 전달 매질에 대한 복수의 포커싱 패턴광을 산출하는 방법을 설명하기 위한 도면이고,

도 4 내지 도 6은 본 발명에 따른 복수의 랜덤 패턴광과 이미징된 복수의 투과광의 관계를 도식적으로 나타낸 도면이고,

도 7은 본 발명에 따른 이미지 획득 장치에 의해 포커싱된 빛을 측정한 도면이고,

도 8 및 도 9는 본 발명에 따른 이미지 획득 장치의 효과를 설명하기 위한 도면이고,

도 10은 본 발명에 따른 이미지 획득 장치의 다른 적용 예를 설명하기 위한 도면이다.

발명을 실시하기 위한 구체적인 내용

[0028] 이하에서는 첨부된 도면들을 참조하여 본 발명에 따른 실시예에 대해 상세히 설명한다.

[0029] 도 2는 본 발명에 따른 이미지 획득 장치의 구성을 도시한 도면이다. 도 2에 도시된 이미지 획득 장치는 의료용 내시경의 예를 나타내고 있다. 도 2을 참조하여 설명하면, 본 발명에 따른 이미지 획득 장치는 광원부(110), 디지털 마이크로 미러(120), 광 전달 매질(140), 이미징부(150) 및 빔 스플리터(130)를 포함한다.

[0030] 광원부(110)는 이미지 획득을 위한 빛을 조사한다. 본 발명에서는 광원부(110)로 빛을 방출하는 광원(111)과, 광원(111)으로부터 조사된 빛을 집광하는 집광 렌즈(112)와, 집광 렌즈(112)에 의해 집광된 빛을 평행광으로 전환하는 투영 렌즈(113)를 포함할 수 있다. 본 발명에서는 광원(111)으로 He-Ne 레이저 광원(111)이 적용되는 것을 예로 하고 있으나, 반드시 이에 한정되지 않는다.

[0031] 광원부(110)로부터 조사된 광은 디지털 마이크로 미러(120)에 의해 반사되어 빔 스플리터(130)로 향하게 된다. 여기서, 디지털 마이크로 미러(120)와 빔 스플리터(130) 사이에는 렌즈(121)가 설치될 수 있다.

[0032] 디지털 마이크로 미러(120)는 복수의 단위 미러로 구성되는데, 광원(111)으로부터 조사되어 반사되는 광은 복수의 단위 미러의 온/오프 패턴에 따라 파면이 조절된 패턴광을 형성하게 된다. 이하에서는 이미지 획득 과정에서 디지털 마이크로 미러(120)에 의해 형성된 패턴광을 '포커싱 패턴광'이라 정의하여 설명한다.

[0033] 본 발명에서는 디지털 마이크로 미러(120)가 복수의 포커싱 패턴광을 순차적으로 형성하도록 복수의 단위 미러의 온/오프 패턴이 기 설정된 패턴으로 변경된다. 여기서, 하나의 포커싱 패턴광은 광 전달 매질(140)을 투과한 후 하나의 특정점에 포커싱되도록 형성되며, 디지털 마이크로 미러(120)에 의해 형성되는 복수의 포커싱 패턴광 각각에 의해 포커싱되는 특정점들이 측정 대상물(OB)을 스캔함으로써, 측정 대상물(OB)의 이미지를 획득하게 되는데, 이에 대한 상세한 설명은 후술한다.

[0034] 빔 스플리터(130)는 디지털 마이크로 미러(120)와 광 전달 매질(140) 사이의 광 경로 상에 배치된다. 여기서, 빔 스플리터(130)는 디지털 마이크로 미러(120)로부터의 포커싱 패턴광을 광 전달 매질(140)로 향하게 한다. 그리고, 광 전달 매질(140)을 투과한 포커싱 패턴광은 상술한 바와 같이, 측정 대상물(OB)의 특정점에 포커싱되어 측정 대상물(OB)로부터 반사되고, 측정 대상물(OB)로부터 반사된 빛(이하, '측정광'이라 함)은 다시 광 전달 매질(140)을 투과하여 빔 스플리터(130)로 향하게 된다.

[0035] 그리고, 빔 스플리터(130)로 입사되는 측정광은 빔 스플리터(130)에 의해 반사되어 이미징부(150)로 향하게 된다. 여기서, 본 발명에서는 디지털 마이크로 미러(120)로부터의 포커싱 패턴광이 빔 스플리터(130)를 투과하여 광 전달 매질(140)로 향하고, 광 전달 매질(140)로부터의 측정광이 빔 스플리터(130)에 의해 반사되어 이미징부(150)로 향하는 것을 예로 하였으나, 광원부(110) 및 디지털 마이크로 미러(120)의 광 경로와, 이미징부(150)의 광 경로가 바뀌도록 배치될 수 있음은 물론이다.

[0036] 이미징부(150)는 복수의 포커싱 패턴광에 대응하여 측정 대상물(OB)로부터 반사되어 순차적으로 입사되는 측정광을 이미징한다. 본 발명에서는 이미징부(150)가 광 경로 상에 배치되는 적어도 하나의 렌즈(151,152)와, 이미지를 촬상하는 촬상부(154)를 포함하는 것을 예로 하고 있다. 또한 이미징부(150)가 회절 격자(153)를 더 포함하는 것을 예로 하고 있으나, 이미징부(150)의 구성이 이에 국한되지 않음은 물론이다. 본 발명에서는 이미징부(150)를 구성하는 촬상부(154)로 PMT(Photo Multiplier Tube)가 적용되는 것을 예로 한다.

[0037] 여기서, 본 발명에 따른 포커싱 패턴광은, 상술한 바와 같이, 광 전달 매질(140)을 투과한 후 특정점에 포커싱되고, 복수의 포커싱 패턴광에 대응하는 특정점들이 측정 대상물(OB)을 스캔하도록 마련되므로, 이미징부(150)는 한 번의 스캔에 해당하는 측정광을 이용하여 한 장의 이미지를 형성하게 된다.

[0038] 즉, 본 발명에 따른 이미지 획득 장치에서는 별도의 스캐너를 설치하지 않고, 디지털 마이크로 미러(120)에 기등록되는 온/오프 패턴을 이용한 복수의 포커싱 패턴광을 이용하여 주사 방식의 이미지 획득이 가능하게 된다.

[0039] 이하에서는, 도 3을 참조하여 본 발명에 따른 이미지 획득 장치에 적용되는 투과 행렬을 측정하여 광 전달 매질(140)에 대한 복수의 포커싱 패턴광을 산출하는 방법에 대해 상세히 설명한다. 여기서, 투과 행렬은 광 전달 매질(140)의 투과 특성을 반영하게 된다.

[0040] 먼저, 광원부(110)로부터 빛이 조사되면(S31), 광원(111)으로부터 조사된 빛이 디지털 마이크로 미러(120)에 의해 반사된다(S32). 이 때, 디지털 마이크로 미러(120)에 의해 빛이 반사될 때, 디지털 마이크로 미러(120)를 구성하는 복수의 단위 미러들이 랜덤으로 온/오프되어 파면이 조절된 랜덤 패턴광이 형성된다(S32).

[0041] 이와 같이 디지털 마이크로 미러(120)로부터 반사되면서 형성된 랜덤 패턴광은 광 전달 매질(140)을 투과하게 되고(S34), 광 전달 매질(140)을 투과한 투과광이 이미징부(150)에 의해 이미징된다(S35).

[0042] 상기와 같은 과정을 디지털 마이크로 미러(120)가 단위 미러를 랜덤으로 온/오프하여 상호 상이한 파면을 갖는 N개의 랜덤 패턴광에 대해 수행하여, N개의 투과광이 이미징된다. 여기서, 랜덤 패턴광의 개수(N)는 정확하고 정밀한 투과 행렬의 측정을 위해 설정될 수 있으며, 23 kHz의 프레임 속도를 갖는 디지털 마이크로 미러(120)의 반응 속도를 고려할 때 수만 장의 랜덤 패턴광에 대한 이미징을 수행하더라도 측정 시간은 길지 않게 된다.

[0043] N장의 랜덤 패턴광에 대한 이미징이 완료되면, 디지털 마이크로 미터에 의해 형성된 복수의 랜덤 패턴광과, S35 단계에서 이미징된 복수의 투과광에 기초하여 광 전달 매질(140)에 대한 투과 행렬을 측정한다(S37).

[0044] 도 4는 복수의 랜덤 패턴광과 이미징된 복수의 투과광의 관계를 도식적으로 나타낸 도면이고, 투과 행렬은 [수학식 1]과 같은 행렬식에 의해 측정될 수 있다.

[0045] [수학식 1]

[0046] $$t_{ij} = \sum_{p} O_{ip} S_{jp}^{-1}$$

[0047] 여기서, 랜덤 패턴광 및 이미징된 투과광은 x,y 좌표 각각에 대한 위상 정보와 크기 정보를 가지며, [수학식 1]에서 t_{ij}는 투과 행렬이고, O_{ip}는 이미징된 투과광이고, S_{jp}는 랜덤 패턴광이다.

[0048] 상기와 같은 과정을 통해 측정된 투과 행렬을 이용하여 광 전달 매질(140)에 대한 복수의 포커싱 패턴광을 산출하게 되는데(S38), 도 5 및 도 6을 참조하여 보다 상세히 설명한다. 도 5 및 도 6에서는 설명의 편의를 위해, 디지털 마이크로 미러(120)의 단위 미러가 4×4, 즉 16개로 구성되는 것을 예로 한다.

[0049] 상술한 바와 같이, 다수의 랜덤 패턴광과 이미징된 투과광을 이용하여 [수학식 1]을 통해 투과 행렬을 산출하게 되면, 투과 행렬은 광 전달 매질(140)을 투과한 빛의 특정점에서의 각 단위 미러에서 반사되는 빛의 위상 정보를 포함하게 된다.

[0050] 도 5에 도시된 바와 같이, 16개의 단위 미러 모두를 온 상태로 하여 광 전달 매질(140)로 빛을 투과시켜면 투과광은 도 5의 우측에 도시된 바와 같이 이미징된다. 여기서, 광 전달 매질(140)의 투과 특성을 반영하는 투과 행렬은 이미징된 이미지의 특정점들에서 각각의 단위 미러에 대한 위상 정보와 크기 정보를 포함하게 된다.

[0051] 도 5의 (a) 및 (b)는 두 개의 특정점들에 대해 추출된 단위 미러들에 대한 위상 정보와 크기 정보를 도식화한 것이다. 도면에 도시된 바와 같이, 빛이 광 전달 매질(140)을 투과하여 이미징되면 이미지의 특정점들에 대해 모든 단위 미러가 관여하게 된다.

[0052] 여기서, 도 5의 (a)를 기준으로, 도 5의 (a)에 대한 특정점에서 가장 밝은 빛을 형성하도록 단위 미러의 온/오프 패턴을 결정하게 되면, 도 6의 (a)에 도시된 바와 같이 해당 특정점으로 빛이 포커싱될 수 있다.

[0053] 이를 위해, 하나의 특정점에 대한 포커싱 패턴광은 해당 특정점에서 보강 간섭을 형성하는 빛을 반사한 단위 미러들이 온되도록 결정하게 되는데, 도 5의 (a)에서 위상이 90°에서 270°에 해당하는 단위 미러를 오프시키게 되면(도 6 참조) 해당 포커싱 패턴광이 광 전달 매질(140)을 투과하게 되면 도 6에 도시된 바와 같이 해당 특정점으로 포커싱된다.

[0054] 도 7은 상기와 같이 특정점에 포커싱된 빛을 측정한 것으로, 도 7의 (a)에 도시된 바와 같이, 측면해상도가 10.7㎛, 축해상도가 8.99 ㎛ 정도가 되며, 이는 0.38 NA 정도로, 광섬유 다발이 광섬유의 개구수에 의해 해상도가 결정되는 것이 비해 보다 높은 해상도의 구현이 가능하게 된다.

[0055] 상기와 같은 광 전달 매질(140)의 투과 행렬의 측정 및 포커싱 패턴광의 산출은 다양한 형태의 광 전달 매질(140)에 적용이 가능하다. 광 전달 매질(140)로는 내부에서 빛의 왜곡 현상이 발생하는 매질로 이미지 획득에 적용되는 광 전달 매질(140)이 적용될 수 있다. 상술한 광섬유 외에 원통 형상을 갖는 그레이드 인덱스 렌즈(Graded index lens)나, 안과에서 사용하는 미크론 오더(Micron order)의 가는 바늘을 라이트 가이드(Light guide) 형태로 사용할 때도 적용이 가능하다.

[0056] 그레이드 인덱스 렌즈(Graded index lens)나 가는 바늘의 경우 수차가 심하여 질 좋은 화질을 얻을 수 없으나, 본 발명에 따른 투과 행렬의 측정과 이에 따른 포커싱 패턴광을 이용하여, 상술한 바와 같은 이미지 스캔을 통해 이미지의 고해상도 및 고화질의 이미지를 획득할 수 있게 된다.

[0057] 여기서, 광 전달 매질(140)이 내부에 상호 독립적인 복수의 광 경로가 형성되어 있는 경우, 예컨대 광 전달 매질(140)이 복수의 광섬유가 독립적인 광 경로를 형성하는 광섬유 다발인 경우, 각각의 광 경로, 즉 광섬유 다발을 구성하는 각각의 광섬유를 통과하는 빛이 모든 특정점들에 관여할 수 있도록 광 경로를 통과하는 빛을 모드-믹싱(Mode-mixing)하게 된다.

[0058] 다시 도 2를 참조하여 설명하면, 상기와 같은 과정을 통해 본 발명에 따른 이미지 획득 장치에 설치된 광 전달 매질(140)에 대한 포커싱 패턴광이 산출되면, 해당 포커싱 패턴광을 형성하기 위한 단위 미러의 온/오프 패턴에 대한 정보가 이미지 획득 장치에 등록된다.

[0059] 그리고, 광원부(110)로부터 빛이 조사되면 등록된 단위 미러의 온/오프 패턴으로 디지털 마이크로 미러(120)가 동작하게 되고, 단위 미러의 온/오프 패턴에 따라 복수의 포커싱 패턴광이 순차적으로 형성되어 광 전달 매질(140)로 향하게 된다.

[0060] 여기서, 본 발명에 따른 이미지 획득 장치의 광 전달 매질(140)이 광섬유 다발과 같이 내부에 상호 독립적인 복수의 광 경로가 형성된 경우, 빔 스플리터(130)와 광 전달 매질(140) 사이에 배치되는 오브젝트 렌즈(160)가 복수의 광 경로를 통과하는 빛이 모드-믹싱(Mode-mixing)되도록 설정된다. 예를 들어, 오브젝트 렌즈(160)의 포커싱이 흐려지도록 오브젝트 렌즈(160)와 광 전달 매질(140) 간의 간격을 조절하여 빛을 모드-믹싱(Mode-mixing)할 수 있다.

[0061] 디지털 마이크로 미러(120)에 의해 형성된 포커싱 패턴광은 오브젝트 렌즈(160)를 거쳐 순차적으로 광 전달 매질(140)을 투과하여 측정 대상물(OB)로 조사되는데, 상술한 바와 같이, 하나의 포커싱 패턴광이 광 전달 매질(140)을 투과할 때 하나의 특정점에 포커싱되고, 복수의 포커싱 패턴에 의해 특정점들에 순차적으로 포커싱된 빛이 측정 대상물(OB)을 스캔하게 된다.

[0062] 그리고, 스캔을 통해 측정 대상물(OB)로부터 반사되는 측정광들은 다시 광 전달 매질(140)을 투과하여 이미징부(150)에 순차적으로 입사되어 스캔된 전체 측정광에 의해 한 장의 이미지가 형성된다.

[0063] 도 8 및 도 9는 본 발명에 따른 이미지 획득 장치의 효과를 설명하기 위한 도면이다. 도 8의 (a)는 타겟 셀의 사이즈가 기존의 광섬유 다발의 직경보다 작은 경우로, 이를 기존의 광섬유 다발을 이용한 내시경으로 촬영하게 되면 도 8의 (b)에 도시된 바와 같이 이미지가 픽셀화되어 타겟 셀을 구분하기 어려워진다.

[0064] 반면, 본 발명에 따른 이미지 획득 장치를 통해 타겟 셀의 이미지를 획득하게 되면, 도 8의 (c)에 도시된 바와 같이, 픽셀화가 제거됨은 물론이고 보다 높은 해상도의 이미지 획득이 가능함을 알 수 있다. 도 8의 (c)는 광 전달 매질(140)로 광섬유 다발을 적용한 예이다.

[0065] 도 9의 (a)는 보다 큰 타겟 셀을 예로 한 것으로, 기존의 광섬유 다발을 이용한 내시경으로 촬영하게 되면, 도 9의 (b)에 도시된 바와 같이, 타겟 셀의 확인은 가능하나 픽셀화로 인해 경계가 모호해지고 낮은 해상도의 이미지가 획득됨을 확인할 수 있다.

[0066] 반면, 본 발명에 따른 이미지 획득 장치를 통해 타겟 셀의 이미지를 획득하게 되면, 도 9의 (c)에 도시된 바와 같이, 픽셀화로 인한 경계의 모호함이 완전히 제거됨을 확인할 수 있을 뿐만 아니라, 고해상도의 이미지를 얻을 수 있음을 확인할 수 있다.

[0067] 한편, 본 발명에 따른 이미지 획득 장치에서 포커싱 패턴광은 측정 대상물(OB)과의 거리 단위로 산출될 수 있다. 도 10의 (a)에 도시된 바와 같이, 측정 대상물(OB), 예컨대 타겟 셀이 빛의 조사 방향, 즉 깊이 방향으로 다른 위치에 위치하는 경우, 포커싱되는 특정점의 깊이가 달라지게 된다.

[0068] 여기서, 포커싱 패턴광의 산출 과정에서 포커싱되는 특정점까지의 거리를 고려하여, 각 거리에 대한 포커싱 패턴광을 산출하여 등록할 수 있다. 그리고, 첫 번째 스캔 과정에서 첫 번째 거리에 대응하는 포커싱 패턴광들을 이용하여 이미지를 획득하고(도 10의 (b) 참조), 두 번째 거리에 대응하는 포커싱 패턴광들을 이용하여 이미지를 획득함으로써, 상이한 깊이의 타겟 셀의 이미징이 가능하게 된다. 이를 통해, 본 발명에 따른 이미지 획득 장치가 3차원의 이미지 획득이 가능하게 된다.

[0069] 전술한 실시예에서는 본 발명에 따른 이미지 획득 장치가, 도 2에 도시된 바와 같이, 광섬유 다발을 이용하는

내시경인 것을 예로 하였으나, 본 발명의 권리가 이에 국한되지 않으며, 다양한 형태의 광 전달 매질을 이용하여 이미지를 획득하는 장치에도 적용 가능하다.

[0070] 또한, 전술한 실시예에서는 디지털 마이크로 미러(120)를 구성하는 하나씩의 단위 미러가 상호 독립적으로 온/오프 되어 랜덤 패턴광 또는 포커싱 패턴광을 형성하는 것으로 설명하였다. 이외에도, 인접한 N×M개의 단위 미러가 하나의 온/오프 단위로 온/오프되어 포커싱 패턴광을 형성하도록 마련될 수 있다.

[0071] 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

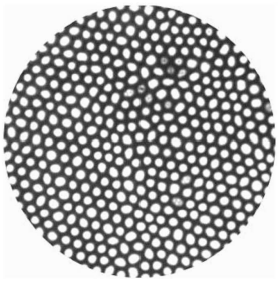
[0072]

110	: 광원부	111	: 광원
120	: 디지털 마이크로 미러	130	: 빔 스플리터
140	: 광 전달 매질	150	: 이미징부

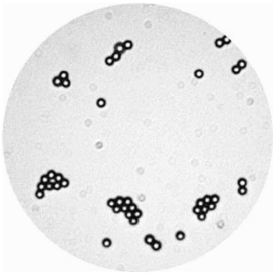
도면

도면1

(a)



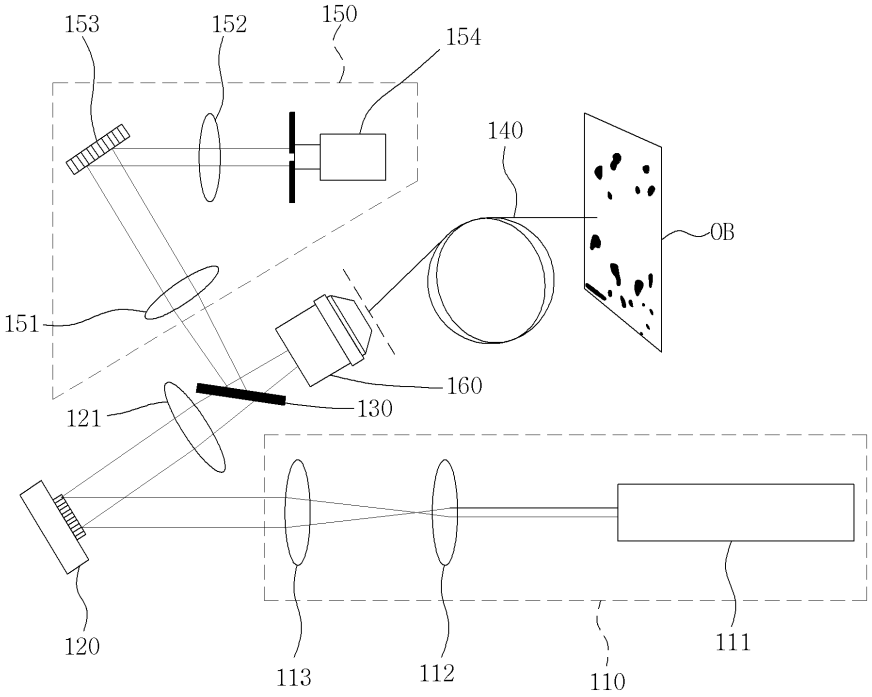
(b)



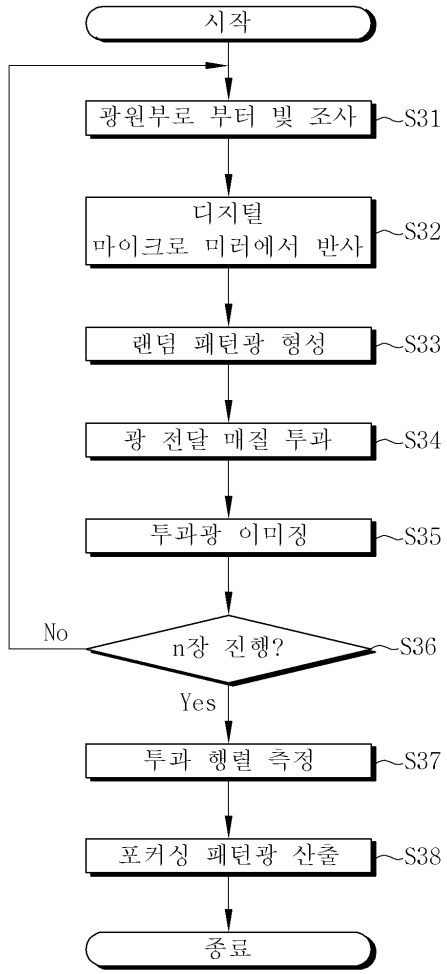
(c)



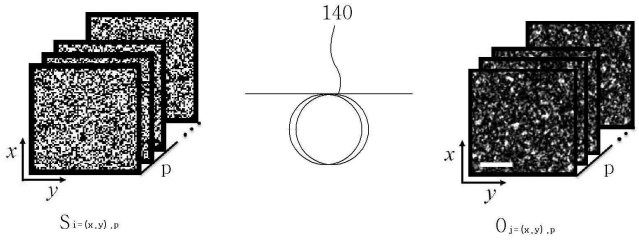
도면2



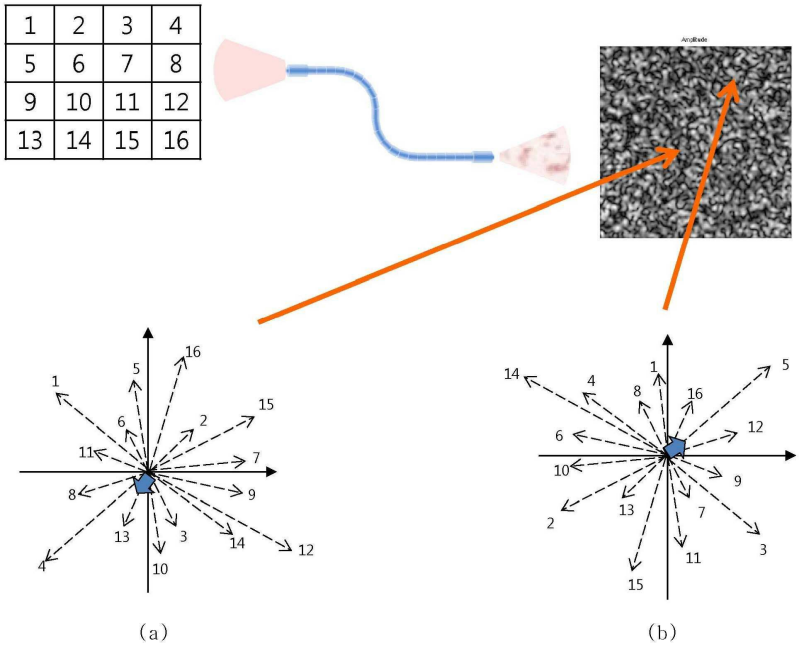
도면3


시작
광원부로 부터 빛 조사
S31
디지털
마이크로 미러에서 반사
S32
랜덤 패턴광 형성
S33
광 전달 매질 투과
S34
투과광 이미징
S35
No
n장 진행?
S36
Yes
투과 행렬 측정
S37
포커싱 패턴광 산출
S38
종료

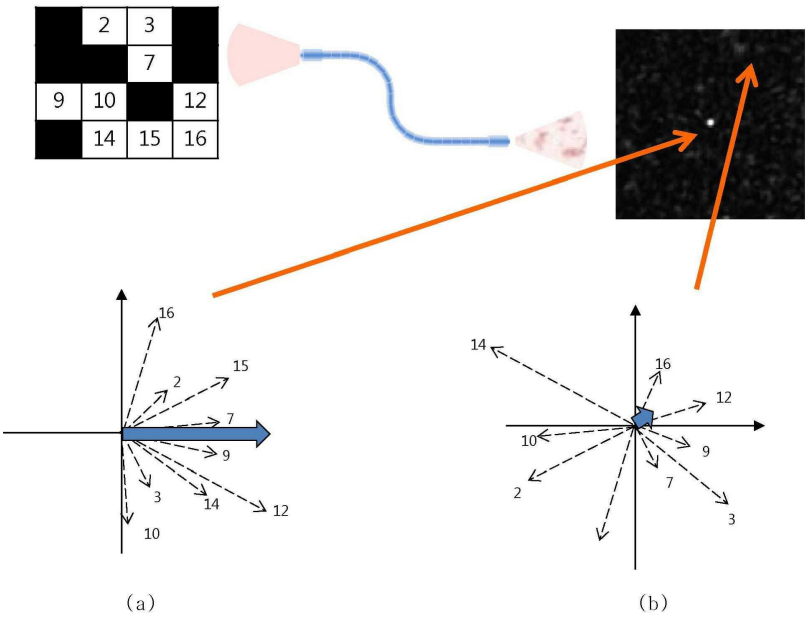
도면4


140
x
y
p
x
y
p

도면5

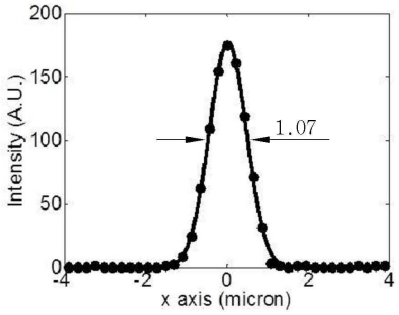


도면6

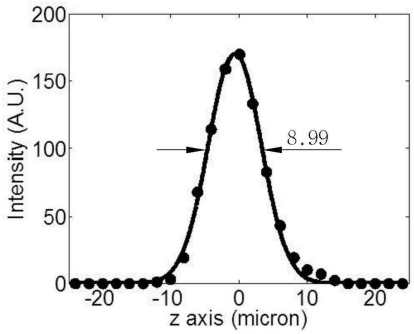


도면7

(a)

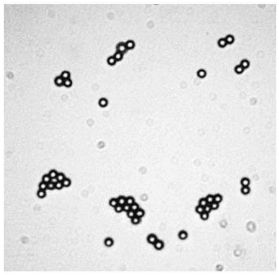

200
150
100
50
0
Intensity (A.U.)
1.07
-4
-2
0
2
4
x axis (micron)

(b)

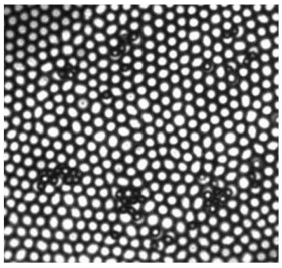

200
150
100
50
0
Intensity (A.U.)
8.99
-20
-10
0
10
20
z axis (micron)

도면8

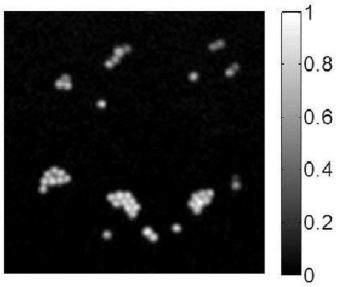
(a)



(b)

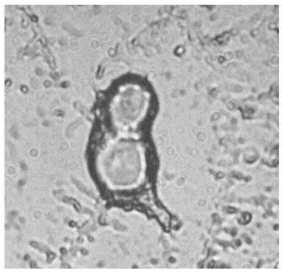


(c)

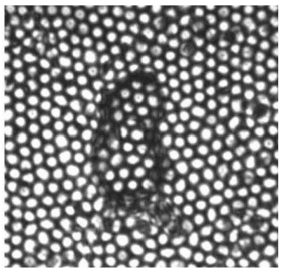


도면9

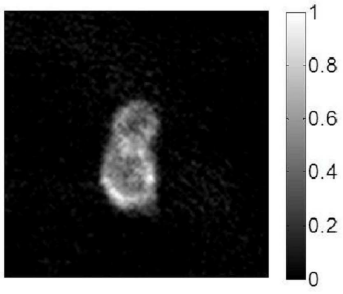
(a)



(b)



(c)



도면10

