

(19) 대한민국특허청(KR)
(12) 공개특허공보(A)(11) 공개번호 10-2022-0071729
(43) 공개일자 2022년05월31일

(51) 국제특허분류(Int. Cl.)

G02B 21/36 (2006.01)

(52) CPC특허분류

G02B 21/365 (2013.01)

G02B 21/361 (2013.01)

(21) 출원번호 10-2020-0159185

(22) 출원일자 2020년11월24일

심사청구일자 2020년11월24일

(71) 출원인

울산과학기술원

울산광역시 울주군 언양읍 유니스트길 50

(72) 발명자

박정훈

울산광역시 울주군 언양읍 유니스트길 50

우태성

울산광역시 울주군 언양읍 유니스트길 50

(74) 대리인

특허법인 무한

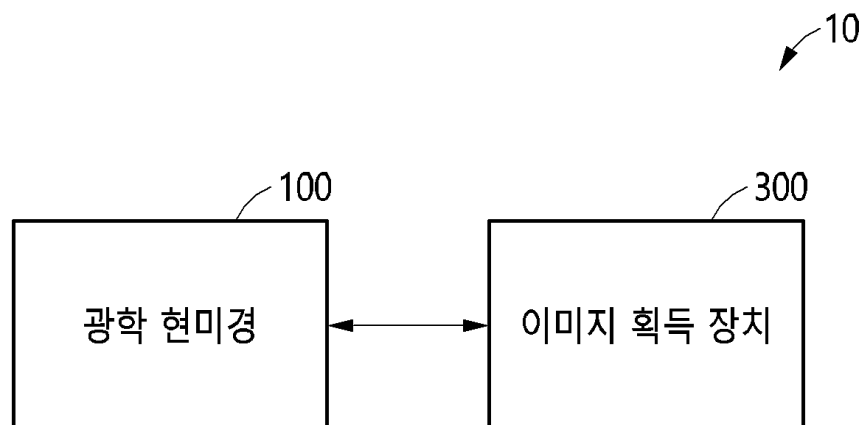
전체 청구항 수 : 총 16 항

(54) 발명의 명칭 초고해상도 이미지와 고속 광시야 이미지를 동시에 획득하는 방법 및 장치

(57) 요약

초고해상도 이미지와 고속 광시야 이미지를 동시에 획득하는 방법 및 장치가 개시된다. 일 실시예에 따른 이미지 획득 방법은, 광학 현미경으로부터 제1 영상 신호를 수신하는 단계와, 상기 제1 영상 신호를 이용하여 제1 복수의 전체 이미지들을 생성하는 단계와, 상기 제1 복수의 전체 이미지들에 포함된 복수의 객체들의 움직임에 기초하여 상기 제1 복수의 전체 이미지들에 대한 동적 영역 및 상기 제1 복수의 전체 이미지들에 대한 정적 영역을 구분하는 단계와, 상기 동적 영역 및 상기 정적 영역에 각각 서로 다른 진폭을 가지는 광이 조사되도록 상기 광학 현미경을 제어하는 단계를 포함한다.

대표도 - 도1



이 발명을 지원한 국가연구개발사업

과제고유번호	1711104265
과제번호	2019M3E5D2A01063812
부처명	과학기술정보통신부
과제관리(전문)기관명	한국연구재단
연구사업명	미래뇌융합기술개발(R&D)
연구과제명	AI기반 뇌구조 매핑을 위한 다중모달 스마트 영상 시스템 개발
기 여 율	1/1
과제수행기관명	울산과학기술원
연구기간	2020.03.01 ~ 2020.12.31

명세서

청구범위

청구항 1

광학 현미경으로부터 제1 영상 신호를 수신하는 단계;

상기 제1 영상 신호를 이용하여 제1 복수의 전체 이미지들을 생성하는 단계;

상기 제1 복수의 전체 이미지들에 포함된 복수의 객체들의 움직임에 기초하여 상기 제1 복수의 전체 이미지들에 대한 동적 영역 및 상기 제1 복수의 전체 이미지들에 대한 정적 영역을 구분하는 단계; 및

상기 동적 영역 및 상기 정적 영역에 각각 서로 다른 진폭을 가지는 광이 조사되도록 상기 광학 현미경을 제어하는 단계

를 포함하는 이미지 획득 방법.

청구항 2

제1항에 있어서,

상기 제1 복수의 전체 이미지들 중에서 연속적인 두 개의 이미지를 이용하여 상기 동적 영역 및 상기 정적 영역을 구분하는 마스크(mask)를 생성하는 단계

를 더 포함하는 이미지 획득 방법.

청구항 3

제2항에 있어서,

상기 광학 현미경으로부터 상기 동적 영역 및 상기 정적 영역에 각각 서로 다른 진폭을 가지는 광이 조사되어 획득된 제2 영상 신호를 수신하는 단계;

상기 제2 영상 신호를 이용하여 제2 복수의 전체 이미지들을 생성하는 단계;

상기 제2 복수의 전체 이미지들 및 상기 마스크에 기초하여 상기 정적 영역만을 나타내는 복수의 정적 영역 이미지들 및 상기 동적 영역만을 나타내는 동적 영역 이미지를 생성하는 단계; 및

상기 복수의 정적 영역 이미지들 및 상기 동적 영역 이미지에 기초하여 상기 복수의 객체들에 대한 최종 이미지를 생성하는 단계

를 더 포함하는 이미지 획득 방법.

청구항 4

제3항에 있어서,

상기 최종 이미지를 생성하는 단계는,

상기 복수의 정적 영역 이미지들을 이용하여 상기 정적 영역에 대한 초고해상도 이미지를 생성하는 단계; 및

상기 초고해상도 이미지 및 상기 동적 영역 이미지를 이용하여 상기 최종 이미지를 생성하는 단계

를 포함하는 이미지 생성 방법.

청구항 5

제1항에 있어서,
 상기 제어하는 단계는,
 상기 동적 영역에 평면과 패턴의 광이 조사되도록 상기 광학 현미경을 제어하는 단계; 및
 상기 정적 영역에 정현과 패턴의 광이 조사되도록 상기 광학 현미경을 제어하는 단계
 를 포함하는 이미지 획득 방법.

청구항 6

제1항에 있어서,
 상기 광은 일정 파장 범위의 전자기파 형태의 광인
 이미지 획득 방법.

청구항 7

제1항에 있어서,
 상기 제1 영상 신호는,
 상기 광학 현미경으로부터 평면과 패턴의 광이 조사되어 획득된
 이미지 획득 방법.

청구항 8

제1항에 있어서,
 상기 광학 현미경은,
 디지털 마이크로-미러 소자(Digital Micro-mirror device, DMD), 액정 기반 광 변조기, MEMS(Micro Electro Mechanical Systems) 기반 광 변조기, 또는 LED로 구현되는
 이미지 획득 방법.

청구항 9

초고해상도 이미지와 고속 광시야 이미지를 동시에 획득하기 위한 인스트럭션들을 저장하는 메모리; 및
 상기 인스트럭션들을 실행하기 위한 프로세서
 를 포함하고,
 상기 인스트럭션들이 상기 프로세서에 의해 실행될 때, 상기 프로세서는,
 광학 현미경으로부터 제1 영상 신호를 수신하고,
 상기 제1 영상 신호를 이용하여 제1 복수의 전체 이미지들을 생성하고,
 상기 제1 복수의 전체 이미지들에 포함된 복수의 객체들의 움직임에 기초하여 상기 제1 복수의 전체 이미지들에
 대한 동적 영역 및 상기 제1 복수의 전체 이미지들에 대한 정적 영역을 구분하고,
 상기 동적 영역 및 상기 정적 영역에 각각 서로 다른 진폭을 가지는 광이 조사되도록 상기 광학 현미경을 제어

하는
이미지 획득 장치.

청구항 10

제9항에 있어서,
상기 프로세서는,
상기 제1 복수의 전체 이미지들 중에서 연속적인 두 개의 이미지를 이용하여 상기 동적 영역 및 상기 정적 영역을 구분하는 마스크(mask)를 생성하는
이미지 획득 장치.

청구항 11

제10항에 있어서,
상기 프로세서는,
상기 광학 현미경으로부터 상기 동적 영역 및 상기 정적 영역에 각각 서로 다른 진폭을 가지는 광이 조사되어 획득된 제2 영상 신호를 수신하고,
상기 제2 영상 신호를 이용하여 제2 복수의 전체 이미지들을 생성하고,
상기 제2 복수의 전체 이미지들 및 상기 마스크에 기초하여 상기 정적 영역만을 나타내는 복수의 정적 영역 이미지들 및 상기 동적 영역만을 나타내는 동적 영역 이미지를 생성하고,
상기 복수의 정적 영역 이미지들 및 상기 동적 영역 이미지에 기초하여 상기 복수의 객체들에 대한 최종 이미지를 생성하는
이미지 획득 장치.

청구항 12

제11항에 있어서,
상기 프로세서는,
상기 복수의 정적 영역 이미지들을 이용하여 상기 정적 영역에 대한 초고해상도 이미지를 생성하고,
상기 초고해상도 이미지 및 상기 동적 영역 이미지를 이용하여 상기 최종 이미지를 생성하는
이미지 획득 장치.

청구항 13

제9항에 있어서,
상기 프로세서는,
상기 동적 영역에 평면파 패턴의 광이 조사되도록 상기 광학 현미경을 제어하고,
상기 정적 영역에 정현파 패턴의 광이 조사되도록 상기 광학 현미경을 제어하는
이미지 획득 장치.

청구항 14

제9항에 있어서,
상기 광은 일정 파장 범위의 전자기파 형태의 광인
이미지 획득 장치.

청구항 15

제9항에 있어서,
상기 제1 영상 신호는,
상기 광학 현미경으로부터 평면파 패턴의 광이 조사되어 획득된
이미지 획득 장치.

청구항 16

제9항에 있어서,
상기 광학 현미경은,
디지털 마이크로-미러 소자(Digital Micro-mirror device, DMD), 액정 기반 광 변조기, MEMS(Micro Electro Mechanical Systems) 기반 광 변조기, 또는 LED로 구현되는
이미지 획득 장치.

발명의 설명

기술 분야

[0001] 본 개시는 초고해상도 이미지와 고속 광시야 이미지를 동시에 획득하는 방법 및 장치에 관한 것이다.

배경 기술

[0003] 현미경 대물 렌즈는 공간 분해능이 높을수록 취득하는 영상의 해상도가 개선되어 더 자세한 구조의 관찰이 가능하다. 일반적인 광학 현미경은 가시광선을 이용해 물질을 관찰하기 때문에, 개구수(Numerical aperture)와 파장으로 정의되는 공간 분해능의 한계(회절 한계, Diffraction limit)가 존재한다.

[0004] 광학 현미경은 개구수가 큰 렌즈를 사용하거나, 자외선이나 전자빔과 같은 가시광선보다 짧은 파장의 빛을 조사하면 높은 공간 분해능을 얻을 수 있다. 하지만, 광학 현미경은 렌즈의 개구수를 키우는 데는 물리적인 한계가 존재한다. 또한, 짧은 파장의 빛을 사용하는 측정 방법을 이용하는 경우 가시광선 영역대의 광학 현미경보다 구현하기 훨씬 더 복잡하고 시료 준비가 어렵다. 특히, 짧은 파장의 빛을 사용하는 측정 방법은 짧은 파장을 가지는 빛의 높은 에너지가 살아있는 세포를 손상시켜 있는 그대로 세포를 관찰이 어렵다는 점에서 광학 현미경을 대체할 수 없다.

[0005] 형광 광학 현미경은 세포 내의 특정 소기관에 형광 단백질을 이용하여 관찰을 원하는 영역의 선택적인 영상 취득이 가능한 장점을 가진다. 하지만, 형광 광학 현미경은 일반 광학 현미경과 마찬가지로 회절 한계가 적용되어 공간 분해능의 한계가 존재한다. 형광 광학 현미경은 공간 분해능의 한계를 극복하기 위해 단일 형광분자 위치기반 현미경(Single molecular localization microscopy, SMLM)과 유도방출감쇄(Stimulated emission depletion, STED) 현미경과 같은 초고해상도(Super-resolution) 형광 현미경이 개발되었다.

[0006] 구조화 조명 현미경(Structured Illumination Microscopy, SIM)은 형광분자 위치기반 현미경이나 유도방출감쇄 현미경에 비해 시간 분해능이 뛰어나다. 하지만, 구조화 조명 현미경은 한 장의 초고해상도 이미지를 구성하기 위해서 복수의 영상을 필요로 하기에 여타의 초고해상도 형광 현미경과 마찬가지로, 여전히 공간 분해능을 높이

면 이미지 전체에서 시간 분해능이 저하된다.

발명의 내용

해결하려는 과제

- [0008] 실시예들은 한 장의 이미지 내에서 조사되는 빛의 진폭을 공간적으로 다르게 제어하여 공간 분해능과 시간 분해능을 동시에 향상시킬 수 있는 기술을 제공할 수 있다.
- [0009] 다만, 기술적 과제는 상술한 기술적 과제들로 한정되는 것은 아니며, 또 다른 기술적 과제들이 존재할 수 있다.

과제의 해결 수단

- [0011] 일 실시예에 따른 이미지 획득 방법은, 광학 현미경으로부터 제1 영상 신호를 수신하는 단계와, 상기 제1 영상 신호를 이용하여 제1 복수의 전체 이미지들을 생성하는 단계와, 상기 제1 복수의 전체 이미지들에 포함된 복수의 객체들의 움직임에 기초하여 상기 제1 복수의 전체 이미지들에 대한 동적 영역 및 상기 제1 복수의 전체 이미지들에 대한 정적 영역을 구분하는 단계와, 상기 동적 영역 및 상기 정적 영역에 각각 서로 다른 진폭을 가지는 광이 조사되도록 상기 광학 현미경을 제어하는 단계를 포함한다.
- [0012] 상기 방법은, 상기 제1 복수의 전체 이미지들 중에서 연속적인 두 개의 이미지를 이용하여 상기 동적 영역 및 상기 정적 영역을 구분하는 마스크(mask)를 생성하는 단계를 더 포함할 수 있다.
- [0013] 상기 방법은, 상기 광학 현미경으로부터 상기 동적 영역 및 상기 정적 영역에 각각 서로 다른 진폭을 가지는 광이 조사되어 획득된 제2 영상 신호를 수신하는 단계와, 상기 제2 영상 신호를 이용하여 제2 복수의 전체 이미지들을 생성하는 단계와, 상기 제2 복수의 전체 이미지들 및 상기 마스크에 기초하여 상기 정적 영역만을 나타내는 복수의 정적 영역 이미지들 및 상기 동적 영역만을 나타내는 동적 영역 이미지를 생성하는 단계와, 상기 복수의 정적 영역 이미지들 및 상기 동적 영역 이미지에 기초하여 상기 복수의 객체들에 대한 최종 이미지를 생성하는 단계를 더 포함할 수 있다.
- [0014] 상기 최종 이미지를 생성하는 단계는, 상기 복수의 정적 영역 이미지들을 이용하여 상기 정적 영역에 대한 초고해상도 이미지를 생성하는 단계와, 상기 초고해상도 이미지 및 상기 동적 영역 이미지를 이용하여 상기 최종 이미지를 생성하는 단계를 포함할 수 있다.
- [0015] 상기 제어하는 단계는, 상기 동적 영역에 평면파 패턴의 광이 조사되도록 상기 광학 현미경을 제어하는 단계와, 상기 정적 영역에 정현파 패턴의 광이 조사되도록 상기 광학 현미경을 제어하는 단계를 포함할 수 있다.
- [0016] 상기 광은 일정 파장 범위의 전자파 형태의 광일 수 있다.
- [0017] 상기 제1 영상 신호는, 상기 광학 현미경으로부터 평면파 패턴의 광이 조사되어 획득될 수 있다.
- [0018] 상기 광학 현미경은, 디지털 마이크로-미러 소자(Digital Micro-mirror device, DMD), 액정 기반 광 변조기, MEMS(Micro Electro Mechanical Systems) 기반 광 변조기, 또는 LED로 구현될 수 있다.
- [0019] 일 실시예에 따른 이미지 획득 장치는, 초고해상도 이미지와 고속 광시야 이미지를 동시에 획득하기 위한 인스트럭션들을 저장하는 메모리와, 상기 인스트럭션들을 실행하기 위한 프로세서를 포함하고, 상기 인스트럭션들이 상기 프로세서에 의해 실행될 때, 상기 프로세서는, 광학 현미경으로부터 제1 영상 신호를 수신하고, 상기 제1 영상 신호를 이용하여 제1 복수의 전체 이미지들을 생성하고, 상기 제1 복수의 전체 이미지들에 포함된 복수의 객체들의 움직임에 기초하여 상기 제1 복수의 전체 이미지들에 대한 동적 영역 및 상기 제1 복수의 전체 이미지들에 대한 정적 영역을 구분하고, 상기 동적 영역 및 상기 정적 영역에 각각 서로 다른 진폭을 가지는 광이 조사되도록 상기 광학 현미경을 제어한다.
- [0020] 상기 프로세서는, 상기 제1 복수의 전체 이미지들 중에서 연속적인 두 개의 이미지를 이용하여 상기 동적 영역 및 상기 정적 영역을 구분하는 마스크(mask)를 생성할 수 있다.
- [0021] 상기 프로세서는, 상기 광학 현미경으로부터 상기 동적 영역 및 상기 정적 영역에 각각 서로 다른 진폭을 가지는 광이 조사되어 획득된 제2 영상 신호를 수신하고, 상기 제2 영상 신호를 이용하여 제2 복수의 전체 이미지들

을 생성하고, 상기 제2 복수의 전체 이미지들 및 상기 마스크에 기초하여 상기 정적 영역만을 나타내는 복수의 정적 영역 이미지들 및 상기 동적 영역만을 나타내는 동적 영역 이미지를 생성하고, 상기 복수의 정적 영역 이미지들 및 상기 동적 영역 이미지에 기초하여 상기 복수의 객체들에 대한 최종 이미지를 생성할 수 있다.

- [0022] 상기 프로세서는, 상기 복수의 정적 영역 이미지들을 이용하여 상기 정적 영역에 대한 초고해상도 이미지를 생성하고, 상기 초고해상도 이미지 및 상기 동적 영역 이미지를 이용하여 상기 최종 이미지를 생성할 수 있다.
- [0023] 상기 프로세서는, 상기 동적 영역에 평면과 패턴의 광이 조사되도록 상기 광학 현미경을 제어하고, 상기 정적 영역에 정현파 패턴의 광이 조사되도록 상기 광학 현미경을 제어할 수 있다.
- [0024] 상기 광은 일정 파장 범위의 전자기파 형태의 광일 수 있다.
- [0025] 상기 제1 영상 신호는, 상기 광학 현미경으로부터 평면과 패턴의 광이 조사되어 획득될 수 있다.
- [0026] 상기 광학 현미경은, 디지털 마이크로-미러 소자(Digital Micro-mirror device, DMD), 액정 기반 광 변조기, MEMS(Micro Electro Mechanical Systems) 기반 광 변조기, 또는 LED로 구현될 수 있다.

도면의 간단한 설명

- [0028] 도 1은 일 실시예에 따른 이미지 획득 시스템을 나타낸 도면이다.
- 도 2는 도 1에 도시된 이미지 획득 장치를 개략적으로 나타낸 도면이다.
- 도 3은 이미지 획득 장치의 동작을 설명하기 위한 순서도이다.
- 도 4는 이미지 획득 장치가 생성하는 전체 이미지의 일 예를 나타낸다.
- 도 5는 이미지 생성 장치가 동적 영역 및 정적 영역을 구분한 일 예를 나타낸다.
- 도 6은 이미지 생성 장치가 마스크를 통해 동적 영역을 가린 일 예를 나타낸다.
- 도 7은 이미지 생성 장치가 마스크를 통해 정적 영역을 가린 일 예를 나타낸다.
- 도 8은 광학 현미경이 마이크로미러 소자로 구현된 일 예를 나타낸 도면이다.

발명을 실시하기 위한 구체적인 내용

- [0029] 실시예들에 대한 특정한 구조적 또는 기능적 설명들은 단지 예시를 위한 목적으로 개시된 것으로서, 다양한 형태로 변경되어 구현될 수 있다. 따라서, 실제 구현되는 형태는 개시된 특정 실시예로만 한정되는 것이 아니며, 본 명세서의 범위는 실시예들로 설명한 기술적 사상에 포함되는 변경, 균등물, 또는 대체물을 포함한다.
- [0030] 제1 또는 제2 등의 용어를 다양한 구성요소들을 설명하는데 사용될 수 있지만, 이런 용어들은 하나의 구성요소를 다른 구성요소로부터 구별하는 목적으로만 해석되어야 한다. 예를 들어, 제1 구성요소는 제2 구성요소로 명명될 수 있고, 유사하게 제2 구성요소는 제1 구성요소로도 명명될 수 있다.
- [0031] 어떤 구성요소가 다른 구성요소에 "연결되어" 있다고 언급된 때에는, 그 다른 구성요소에 직접적으로 연결되어 있거나 또는 접속되어 있을 수도 있지만, 중간에 다른 구성요소가 존재할 수도 있다고 이해되어야 할 것이다.
- [0032] 단수의 표현은 문맥상 명백하게 다르게 뜻하지 않는 한, 복수의 표현을 포함한다. 본 명세서에서, "포함하다" 또는 "가지다" 등의 용어는 설명된 특징, 숫자, 단계, 동작, 구성요소, 부분품 또는 이들을 조합한 것이 존재함으로써 지정하려는 것이지, 하나 또는 그 이상의 다른 특징들이나 숫자, 단계, 동작, 구성요소, 부분품 또는 이들을 조합한 것들의 존재 또는 부가 가능성을 미리 배제하지 않는 것으로 이해되어야 한다.
- [0033] 다르게 정의되지 않는 한, 기술적이거나 과학적인 용어를 포함해서 여기서 사용되는 모든 용어들은 해당 기술 분야에서 통상의 지식을 가진 자에 의해 일반적으로 이해되는 것과 동일한 의미를 가진다. 일반적으로 사용되는 사전에 정의되어 있는 것과 같은 용어들은 관련 기술의 문맥상 가지는 의미와 일치하는 의미를 갖는 것으로 해석되어야 하며, 본 명세서에서 명백하게 정의하지 않는 한, 이상적이거나 과도하게 형식적인 의미로 해석되지 않는다.
- [0034] 이하, 실시예들을 첨부된 도면들을 참조하여 상세하게 설명한다. 첨부 도면을 참조하여 설명함에 있어, 도면 부호에 관계없이 동일한 구성 요소는 동일한 참조 부호를 부여하고, 이에 대한 중복되는 설명은 생략하기로 한

다.

- [0036] 도 1은 일 실시예에 따른 이미지 획득 시스템을 나타낸 도면이다.
- [0037] 이미지 획득 시스템(10)은 광학 현미경(100) 및 이미지 획득 장치(300)를 포함한다.
- [0038] 이미지 획득 시스템(10)은 서로 다른 시공간 스케일의 생명 현상을 동일 시스템에서 한 이미지 내에 동시에 측정할 수 있다.
- [0039] 이미지 획득 시스템(10)은 시공간 분해능 중 어느 한쪽을 희생시켜야만 했던 상쇄 효과를 제거할 수 있다. 이미지 획득 시스템(10)은 필요에 따라 이미지 내의 다른 영역에 초고해상도 이미지 및 초고속 이미지를 적용할 수 있다. 이미지 획득 시스템(10)은 미세 유로 채널 관련 연구나 높은 시간 분해능을 요구하는 칼슘 신호 전달 등의 생명, 물리 현상의 관측이 필요한 연구 분야, 미세구조변화와 거시적인 빠른 동역학이 공존하는 시스템을 관찰하는데 효과적일 수 있다.
- [0040] 광학 현미경(100)은 관찰 대상에 대하여 광을 조사할 수 있다. 광학 현미경(100)은 관찰 대상의 영역에 따라 서로 다른 진폭을 가지는 광을 조사할 수 있다. 광학 현미경(100)은 이미지 획득 장치(300)로부터 수신한 제어 신호에 따라 광을 조사할 수 있다. 예를 들어, 광학 현미경(100)은 가시광선 영역의 광을 조사할 수 있다. 광학 현미경(100)은 가시광선 영역 이외의 일정 파장 범위(예: 모든 파장)의 전자기파 형태의 광을 조사할 수 있다. 광학 현미경(100)은 평면파 패턴의 광을 조사할 수 있다. 광학 현미경(100)은 정현파 패턴의 광을 조사할 수 있다. 광학 현미경(100)은 디지털 마이크로-미러 소자(Digital Micro-mirror device, DMD), 액정 기반 광 변조기, MEMS(Micro Electro Mechanical Systems) 기반 광 변조기, 또는 LED로 구현될 수 있다. 광학 현미경(100)은 다양한 파장의 전자기파 형태의 광을 조사할 수 있도록 구현될 수 있다.
- [0041] 광학 현미경(100)은 조사한 광을 통해 획득한 영상 신호를 이미지 획득 장치(300)로 전송할 수 있다. 예를 들어, 광학 현미경(100)은 평면파 패턴의 광을 조사하여 제1 영상 신호를 획득할 수 있다. 광학 현미경(100)은 제1 영상 신호를 이미지 획득 장치(300)로 전송할 수 있다. 광학 현미경(100)은 이미지 획득 장치(300)로부터 수신한 제어 신호에 기초하여 관찰 대상의 적어도 둘 이상의 영역에 각각 서로 다른 진폭을 가지는 광을 조사할 수 있다. 광학 현미경(100)은 관찰 대상의 적어도 둘 이상의 영역에 각각 서로 다른 진폭을 가지는 광을 조사하여 제2 영상 신호를 획득할 수 있다. 광학 현미경(100)은 제2 영상 신호를 이미지 획득 장치(300)로 전송할 수 있다.
- [0042] 이미지 획득 장치(300)는 초고해상도 이미지 구성 시 움직이거나 형태가 변하는 관측 대상으로 인해 발생하는 인공물(Artifact)로 관측이 불가능했던 영역에 대하여, 회절 한계에 해당하는 공간 분해능으로 관측을 가능하게 할 수 있다.
- [0043] 이미지 획득 장치(300)는 구조화 조명 현미경의 초고해상도 이미지 구성에 필요한 장수의 영상이 취득되는 동안 움직이거나 변형된 대상을, 회절 한계에 해당하는 공간 분해능으로 각각의 이미지가 취득되는 순간의 위치와 형태를 트래킹 할 수 있다.
- [0044] 이미지 획득 장치(300)는 관찰 대상의 영역에 따라 각각 서로 다른 진폭을 가지는 광이 조사되도록 광학 현미경(100)을 제어할 수 있다. 이미지 획득 장치(300)는 한 장의 이미지 내에서 공간 분해능 및/또는 시간 분해능을 필요 영역에 따라 향상시킬 수 있다. 이미지 획득 장치(300)는 관찰 대상의 영역에 따라 초고해상도 이미지 및 고속 광시야 이미지를 동시에 획득하여 사용자에게 출력할 수 있다.
- [0046] 도 2는 도 1에 도시된 이미지 획득 장치를 개략적으로 나타낸 도면이다.
- [0047] 이미지 획득 장치(300)는 프로세서(310) 및 메모리(350)를 포함한다.
- [0048] 프로세서(310)는 중앙처리장치, 어플리케이션 프로세서, 또는 커뮤니케이션 프로세서(communication processor) 중 하나 또는 그 이상을 포함할 수 있다.
- [0049] 프로세서(310)는 이미지 획득 장치(300)의 적어도 하나의 다른 구성요소들의 제어에 관한 연산이나 데이터 처리를 실행할 수 있다. 예를 들어, 프로세서(310)는 메모리(350)에 저장된 어플리케이션 및/또는 소프트웨어 등을 실행할 수 있다.

- [0050] 프로세서(310)는 수신한 데이터 및 메모리(350)에 저장된 데이터를 처리할 수 있다. 프로세서(310)는 메모리(350)에 저장된 데이터를 처리할 수 있다. 프로세서(310)는 메모리(350)에 저장된 컴퓨터로 읽을 수 있는 코드(예를 들어, 소프트웨어) 및 프로세서(310)에 의해 유발된 인스트럭션(instruction)들을 실행할 수 있다.
- [0051] 프로세서(310)는 목적하는 동작들(desired operations)을 실행시키기 위한 물리적인 구조를 갖는 회로를 가지는 하드웨어로 구현된 데이터 처리 장치일 수 있다. 예를 들어, 목적하는 동작들은 프로그램에 포함된 코드(code) 또는 인스트럭션들(instructions)을 포함할 수 있다.
- [0052] 예를 들어, 하드웨어로 구현된 데이터 처리 장치는 마이크로프로세서(microprocessor), 중앙 처리 장치(central processing unit), 프로세서 코어(processor core), 멀티-코어 프로세서(multi-core processor), 멀티프로세서(multiprocessor), ASIC(Application-Specific Integrated Circuit), FPGA(Field Programmable Gate Array)를 포함할 수 있다.
- [0053] 프로세서(310)는 광학 현미경(100)으로부터 제1 영상 신호를 수신할 수 있다. 예를 들어, 제1 영상 신호는 광학 현미경(100)으로부터 평면과 패턴의 광이 조사되어 획득된 영상 신호일 수 있다.
- [0054] 프로세서(310)는 제1 영상 신호를 이용하여 제1 복수의 전체 이미지들을 생성할 수 있다. 예를 들어, 제1 복수의 전체 이미지들은 관찰 대상에 대해 평면과 패턴의 광이 조사되어 획득된 전체를 포함하는 이미지들을 의미할 수 있다.
- [0055] 프로세서(310)는 제1 복수의 전체 이미지들에 포함된 복수의 객체들의 움직임에 기초하여 제1 복수의 전체 이미지들에 대한 동적 영역을 구분할 수 있다. 예를 들어, 동적 영역은 광시각 이미지 획득을 위한 영역일 수 있다. 프로세서(310)는 복수의 객체들 중에서 적어도 하나 이상을 포함하는 영역이 사용자가 설정한 객체의 움직임 속도 이상인 때 이 영역을 동적 영역으로 구분할 수 있다.
- [0056] 프로세서(310)는 제1 복수의 전체 이미지들에 포함된 복수의 객체들의 움직임에 기초하여 제1 복수의 전체 이미지들에 대한 정적 영역을 구분할 수 있다. 예를 들어, 정적 영역은 초고해상도 영상 획득을 위한 영역일 수 있다. 프로세서(310)는 복수의 객체들 중에서 적어도 하나 이상을 포함하는 영역이 사용자가 설정한 객체의 움직임 속도 미만인 때 이 영역을 정적 영역으로 구분할 수 있다.
- [0057] 프로세서(310)는 제1 복수의 전체 이미지들에 대한 동적 영역 및 제1 복수의 전체 이미지들에 대한 정적 영역에 각각 서로 다른 진폭을 가지는 광이 조사되도록 광학 현미경(100)을 제어할 수 있다. 예를 들어, 프로세서(310)는 동적 영역에 평면과 패턴의 광이 조사되도록 광학 현미경(100)을 제어할 수 있다. 프로세서(310)는 정적 영역에 정현파 패턴의 광이 조사되도록 광학 현미경(100)을 제어할 수 있다.
- [0058] 프로세서(310)는 제1 복수의 전체 이미지들 중에서 연속적인 두 개의 이미지를 이용하여 동적 영역 및 정적 영역을 구분하는 마스크(mask)를 생성할 수 있다. 예를 들어, 마스크는 동적 영역 만을 가릴 수 있다. 마스크는 정적 영역 만을 가릴 수 있다.
- [0059] 프로세서(310)는 광학 현미경(100)으로부터 동적 영역 및 정적 영역에 각각 서로 다른 진폭을 가지는 광이 조사되어 획득된 제2 영상 신호를 수신할 수 있다.
- [0060] 프로세서(310)는 제2 영상 신호를 이용하여 제2 복수의 전체 이미지들을 생성할 수 있다. 예를 들어, 제2 복수의 전체 이미지들은 관찰 대상의 각 영역에 대해 서로 다른 진폭을 가지는 광이 조사되어 획득된 전체를 포함하는 이미지들을 의미할 수 있다.
- [0061] 프로세서(310)는 제2 복수의 전체 이미지들 및 마스크에 기초하여 정적 영역만을 나타내는 복수의 정적 영역 이미지들 및 동적 영역만을 나타내는 동적 영역 이미지를 생성할 수 있다.
- [0062] 프로세서(310)는 복수의 정적 영역 이미지들 및 동적 영역 이미지에 기초하여 관찰 대상에 포함된 복수의 객체들에 대한 최종 이미지를 생성할 수 있다. 예를 들어, 프로세서(310)는 복수의 정적 영역 이미지들을 이용하여 정적 영역에 대한 초고해상도 이미지를 생성할 수 있다. 프로세서(310)는 초고해상도 이미지 및 동적 영역 이미지를 이용하여 최종 이미지를 생성할 수 있다.
- [0063] 프로세서(310)는 광학 현미경(100)을 제어하기 위한 제어 신호를 생성할 수 있다. 프로세서(310)는 제어 신호를 광학 현미경(100)으로 전송할 수 있다.
- [0064] 메모리(350)는 휘발성 및/또는 비휘발성 메모리를 포함할 수 있다. 메모리(350)는 이미지 획득 장치(300)의

적어도 하나의 다른 구성요소에 관계된 명령 및/또는 데이터를 저장할 수 있다.

- [0065] 메모리(350)는 소프트웨어(software) 및/또는 프로그램(program) 등을 저장할 수 있다. 예를 들어, 메모리(350)는 초고해상도 이미지와 고속 광시야 이미지를 동시에 획득하기 위한 어플리케이션 및 소프트웨어 등을 저장할 수 있다.
- [0067] 도 3은 이미지 획득 장치의 동작을 설명하기 위한 순서도이고, 도 4는 이미지 획득 장치가 생성하는 전체 이미지의 일 예를 나타내고, 도 5는 이미지 생성 장치가 동적 영역 및 정적 영역을 구분한 일 예를 나타내고, 도 6은 이미지 생성 장치가 마스크를 통해 동적 영역을 가린 일 예를 나타내고, 도 7은 이미지 생성 장치가 마스크를 통해 정적 영역을 가린 일 예를 나타낸다.
- [0068] 이미지 획득 장치(300)는 제1 영상 신호를 수신할 수 있다(3010).
- [0069] 이미지 획득 장치(300)는 제1 영상 신호를 이용하여 제1 복수의 전체 이미지들(410)을 생성할 수 있다(3020). 도 4를 참조하면, 제1 복수의 전체 이미지들(410)은 관찰 대상인 복수의 객체들(411, 451, 453, 및 455)을 포함할 수 있다.
- [0070] 이미지 획득 장치(300)는 제1 복수의 전체 이미지들(410) 중에서 연속적인 두 개의 이미지를 이용하여 동적 영역 및 정적 영역을 구분하는 마스크를 생성할 수 있다(3030).
- [0071] 이미지 획득 장치(300)는 제1 복수의 전체 이미지들(410)에 포함된 복수의 객체들(411, 451, 453, 및 455)의 움직임에 기초하여 제1 복수의 전체 이미지들(410)에 대한 동적 영역(435) 및 제1 복수의 전체 이미지들에 대한 정적 영역(431)을 구분할 수 있다(3040).
- [0072] 이미지 획득 장치(300)는 동적 영역(435) 및 정적 영역(431)에 각각 서로 다른 진폭을 가지는 광이 조사되도록 광학 현미경(100)을 제어할 수 있다(3050).
- [0073] 이미지 획득 장치(300)는 광학 현미경(100)으로부터 동적 영역(435) 및 정적 영역(431)에 각각 서로 다른 진폭을 가지는 광이 조사되어 획득된 제2 영상 신호를 수신할 수 있다(3060).
- [0074] 이미지 획득 장치(300)는 제2 영상 신호를 이용하여 제2 복수의 전체 이미지들(430)을 생성할 수 있다(3070).
- [0075] 이미지 획득 장치(300)는 제2 복수의 전체 이미지들(430) 및 마스크에 기초하여 정적 영역만을 나타내는 복수의 정적 영역 이미지들(450) 및 동적 영역만을 나타내는 동적 영역 이미지(470)를 생성할 수 있다(3080). 도 6 및 도 7을 참조하면, 이미지 획득 장치(300)는 마스크를 제2 복수의 전체 이미지들(430)에 곱함으로써, 정현파 패턴이 조사된 영역과 평면파가 조사된 영역을 도 6 및 도 7과 같이 분리할 수 있다. 이미지 획득 장치(300)는 정현파 패턴이 조사된 영역(정적 영역, 431)에 대해서 초고해상도 영상을 구성함으로써, 인공물이 생성되지 않아 관찰 대상의 미세 구조를 정확히 분석 가능한 이미지를 생성할 수 있다. 이미지 획득 장치(300)는 평면파가 조사된 영역(동적 영역, 435)에 대해서 빠르게 변화하는 다이내믹스를 분석 가능하게 되므로, 다이내믹스와 미세 구조 변화의 상관 관계 등의 분석이 가능한 이미지를 생성할 수 있다.
- [0076] 이미지 획득 장치(300)는 복수의 정적 영역 이미지들(450) 및 동적 영역 이미지(470)에 기초하여 복수의 객체들에 대한 최종 이미지를 생성할 수 있다(3090). 이미지 획득 장치(300)는 최종 이미지를 통해 정적 영역(431)에 관하여는 초고해상도로 구성되어 미세 구조를 정확히 분석할 수 있고, 동적 영역(435)에 관하여는 빠르게 변화하는 다이내믹스를 분석할 수 있는 이미지를 제공할 수 있다.
- [0078] 도 8은 광학 현미경이 마이크로미터 소자로 구현된 일 예를 나타낸 도면이다.
- [0079] 광학 현미경(100)은 관찰 대상에 대해 정현파 세기의 공간 분포를 가지는 조사 패턴을 조사하여 렌즈를 통과한 상을 영상 신호로 획득할 수 있다. 광학 현미경(100)이 획득하는 영상은 수학식 1을 통해 정의할 수 있다.

수학식 1

$$I(r) = \{O(r) \cdot P(r)\} * PSF$$

$I(r)$ 은 획득한 영상, $O(r)$ 은 관찰 대상, $P(r)$ 및 PSF 는 각각 조사 패턴과 점퍼짐함수를 공간 좌표 r 에 대하여 표현한 것을 의미할 수 있다.

이미지 획득 장치(300)는 위상과 방향이 다른 복수의 정현파 패턴을 조사하여 획득된 각각의 이미지를 이용하여 초고해상도 영상을 생성할 수 있다.

하지만, 관찰 대상이 움직이거나 변형되었을 경우에는, 생성된 초고해상도 이미지 내에 인공물이 발생하여 온전한 영상의 확인이 불가능할 수 있다. 또한, 움직임이 발생한 주변 영역까지도 정확한 식별이 불가능할 수 있다.

이미지 획득 장치(300)는 움직임이나 변형이 있는 관찰 대상(예를 들어 관찰 대상에 포함된 복수의 객체들)을 시간 t 를 도입하여, 수학식 2와 같이 정의할 수 있다.

수학식 2

$$O(r, t) = O(r_s) + O(r_c, t)$$

$O(r, t)$ 는 이미지의 전체 영역, $O(r_s)$ 는 초고해상도 이미지 구성에 필요한 복수의 이미지들을 획득하는 동안 움직이지 않은 영역, $O(r_c, t)$ 는 초고해상도 이미지 구성에 필요한 복수의 이미지들을 획득하는 동안 움직이거나 변형이 있는 영역을 의미할 수 있다.

이미지의 전체 영역 $O(r, t)$ 에 대해서, 초고해상도 이미지 구성에 필요한 복수의 이미지들을 획득하는 동안 움직임이나 변형이 없는 경우, 시간 분해능은 필요한 장수만큼 저하되지만 공간 분해능은 최대 2배까지 개선할 수 있다. 반대로, 이미지의 전체 영역 $O(r, t)$ 에 대해서 모든 영역이 움직이거나 변형된다면, 회절 한계에 해당하는 공간 분해능으로 광시각 영상을 취득하여 관찰하는 수밖에 없다.

이미지 획득 장치(300)는 광학 현미경(100)이 영상 신호 획득시 조사하는 광의 진폭을 수학식 3을 통해 공간적으로 제어할 수 있다.

수학식 3

$$P(r, t) = P_{\sim}(r_s, t) + P_{WF}(r_d)$$

[0096] $P_{\sim}$ 는 광학 현미경(100)의 정현파 패턴, P_{WF} 는 광학 현미경(100)의 평면파 패턴, r_s 는 정적 영역, r_d 는 동적 영역을 의미할 수 있다.

[0097] 이미지 획득 장치(300)는 이미지의 정적 영역인 $O(r_s)$ 와 동적 영역인 $O(r_c, t)$ 에 해당하는 영역을 나누어, 각각 광학 현미경(100)에서 초고해상도 이미지 획득 시에 사용되는 정현파 패턴과 광시각 영상 획득 시에 사용되는 평면파 패턴을 조사가능하도록 광학 현미경(100)을 제어할 수 있다.

[0098] 도 8를 참조하면, 이미지 획득 장치(300)는 마이크로미러소자를 구성하는 각각의 미세 거울과 카메라 픽셀이 정교하게 매칭되도록 광학 현미경(100)을 제어할 수 있다. 이미지 획득 장치(300)는 광학 현미경(100)의 제어를 통해 관찰 대상의 각 영역에 조사되는 광의 진폭을 공간적으로 제어할 수 있다. 광학 현미경(100)은 이미지 획득 장치(300)의 제어를 통해 이미지 내에서 정현파 패턴과 평면파를 선택적으로 조사할 수 있다.

[0099] 이미지 획득 장치(300)는 수학적 식 2와 수학적 식 3을 수학적 식 1에 대입하여, 수학적 식 4를 유도할 수 있다. 이미지 획득 장치(300)는 수학적 식 4를 통해 한 장의 초고해상도 이미지 구성에 필요한 복수의 이미지들을 취득하는 동안 움직이지 않은 영역에 대해서는 구조화 조명 현미경에서 사용되는 정현파 패턴을, 움직이거나 변형이 있는 영역에 대해서는 평면파 패턴을 조사할 수 있다.

수학적 식 4

$$I(r, t) = [\{O(r_s) + O(r_c, t)\} \cdot \{P_{\sim}(r_s, t) + P_{WF}(r_d)\}] * PSF$$

$$= \{O(r_s) \cdot P_{\sim}(r_s, t) + O(r_c, t) \cdot P_{WF}(r_d)\} * PSF$$

[0101]

[0103] $I(r, t)$ 는 최종 이미지, $O(r_s)$ 는 정적 영역, $O(r_c, t)$ 는 동적 영역, $P_{\sim}(r_s, t)$ 는 정적 영역에 조사되는 정현파 패턴, $P_{WF}(r_d)$ 는 동적 영역에 조사되는 평면파 패턴, PSF 는 각각 조사 패턴과 점퍼짐함수를 공간 좌표 r 에 대하여 표현한 것을 의미할 수 있다.

[0104] 예를 들어, 이미지 획득 장치(300)는 이미지의 일부(예를 들어, 정적 영역)에서는 구조화 조명 현미경을 구현하여 초고해상도 영상을 획득함과 동시에 다른 영역(예를 들어, 동적 영역)에서는 평면파를 조사하여 빠르게 변화하는 다이내믹스를 포착할 수 있는 기술을 제공할 수 있다.

[0106] 이상에서 설명된 실시예들은 하드웨어 구성요소, 소프트웨어 구성요소, 및/또는 하드웨어 구성요소 및 소프트웨어 구성요소의 조합으로 구현될 수 있다. 예를 들어, 실시예들에서 설명된 장치, 방법 및 구성요소는, 예를 들어, 프로세서, 콘트롤러, ALU(arithmetic logic unit), 디지털 신호 프로세서(digital signal processor), 마이크로컴퓨터, FPGA(field programmable gate array), PLU(programmable logic unit), 마이크로프로세서, 또는 명령(instruction)을 실행하고 응답할 수 있는 다른 어떠한 장치와 같이, 범용 컴퓨터 또는 특수 목적 컴퓨터를 이용하여 구현될 수 있다. 처리 장치는 운영 체제(OS) 및 상기 운영 체제 상에서 수행되는 소프트웨어 애플리케이션을 수행할 수 있다. 또한, 처리 장치는 소프트웨어의 실행에 응답하여, 데이터를 접근, 저장, 조작, 처리 및 생성할 수도 있다. 이해의 편의를 위하여, 처리 장치는 하나가 사용되는 것으로 설명된 경우도 있지만, 해당 기술분야에서 통상의 지식을 가진 자는, 처리 장치가 복수 개의 처리 요소(processing element) 및/또는 복수 유형의 처리 요소를 포함할 수 있음을 알 수 있다. 예를 들어, 처리 장치는 복수 개의 프로세서 또는 하나의 프로세서 및 하나의 컨트롤러를 포함할 수 있다. 또한, 병렬 프로세서(parallel processor)와 같은, 다른

처리 구성(processing configuration)도 가능하다.

[0107] 소프트웨어는 컴퓨터 프로그램(computer program), 코드(code), 명령(instruction), 또는 이들 중 하나 이상의 조합을 포함할 수 있으며, 원하는 대로 동작하도록 처리 장치를 구성하거나 독립적으로 또는 결합적으로(collectively) 처리 장치를 명령할 수 있다. 소프트웨어 및/또는 데이터는, 처리 장치에 의하여 해석되거나 처리 장치에 명령 또는 데이터를 제공하기 위하여, 어떤 유형의 기계, 구성요소(component), 물리적 장치, 가상 장치(virtual equipment), 컴퓨터 저장 매체 또는 장치, 또는 전송되는 신호 파(signal wave)에 영구적으로, 또는 일시적으로 구체화(embody)될 수 있다. 소프트웨어는 네트워크로 연결된 컴퓨터 시스템 상에 분산되어서, 분산된 방법으로 저장되거나 실행될 수도 있다. 소프트웨어 및 데이터는 컴퓨터 판독 가능 기록 매체에 저장될 수 있다.

[0108] 실시예에 따른 방법은 다양한 컴퓨터 수단을 통하여 수행될 수 있는 프로그램 명령 형태로 구현되어 컴퓨터 판독 가능 매체에 기록될 수 있다. 컴퓨터 판독 가능 매체는 프로그램 명령, 데이터 파일, 데이터 구조 등을 단독으로 또는 조합하여 포함할 수 있으며 매체에 기록되는 프로그램 명령은 실시예를 위하여 특별히 설계되고 구성된 것들이거나 컴퓨터 소프트웨어 당업자에게 공지되어 사용 가능한 것일 수도 있다. 컴퓨터 판독 가능 기록 매체의 예에는 하드 디스크, 플로피 디스크 및 자기 테이프와 같은 자기 매체(magnetic media), CD-ROM, DVD와 같은 광기록 매체(optical media), 플롭티컬 디스크(floptical disk)와 같은 자기-광 매체(magneto-optical media), 및 롬(ROM), 램(RAM), 플래시 메모리 등과 같은 프로그램 명령을 저장하고 수행하도록 특별히 구성된 하드웨어 장치가 포함된다. 프로그램 명령의 예에는 컴파일러에 의해 만들어지는 것과 같은 기계어 코드뿐만 아니라 인터프리터 등을 사용해서 컴퓨터에 의해서 실행될 수 있는 고급 언어 코드를 포함한다.

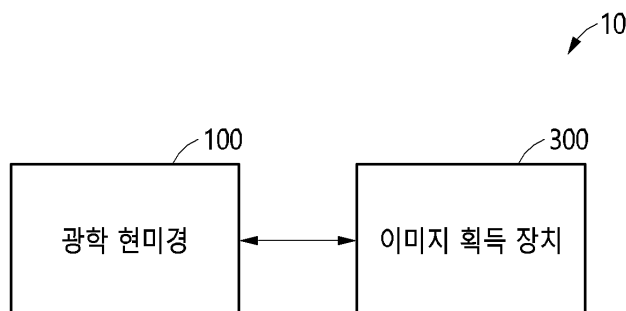
[0109] 위에서 설명한 하드웨어 장치는 실시예의 동작을 수행하기 위해 하나 또는 복수의 소프트웨어 모듈로서 작동하도록 구성될 수 있으며, 그 역도 마찬가지이다.

[0111] 이상과 같이 실시예들이 비록 한정된 도면에 의해 설명되었으나, 해당 기술분야에서 통상의 지식을 가진 자라면 이를 기초로 다양한 기술적 수정 및 변형을 적용할 수 있다. 예를 들어, 설명된 기술들이 설명된 방법과 다른 순서로 수행되거나, 및/또는 설명된 시스템, 구조, 장치, 회로 등의 구성요소들이 설명된 방법과 다른 형태로 결합 또는 조합되거나, 다른 구성요소 또는 균등물에 의하여 대치되거나 치환되더라도 적절한 결과가 달성될 수 있다.

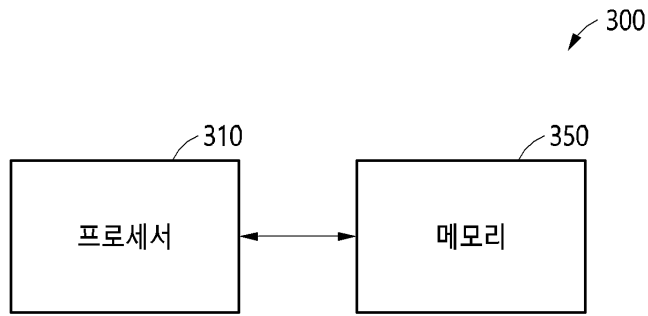
[0112] 그러므로, 다른 구현들, 다른 실시예들 및 특허청구범위와 균등한 것들도 후술하는 특허청구범위의 범위에 속한다.

도면

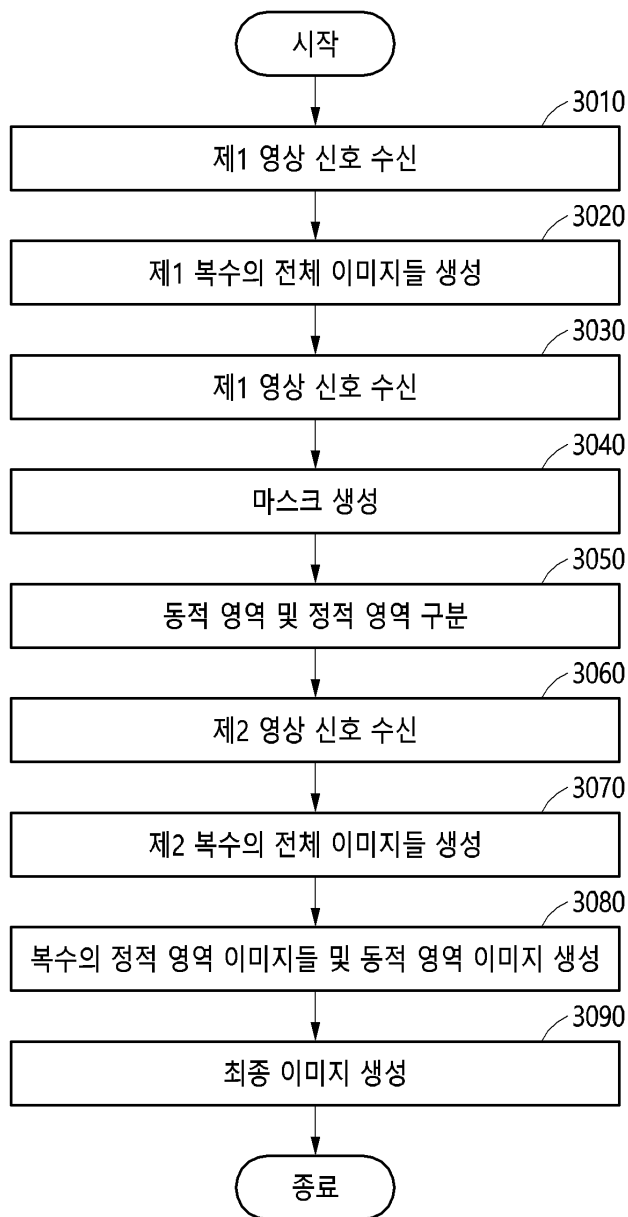
도면1



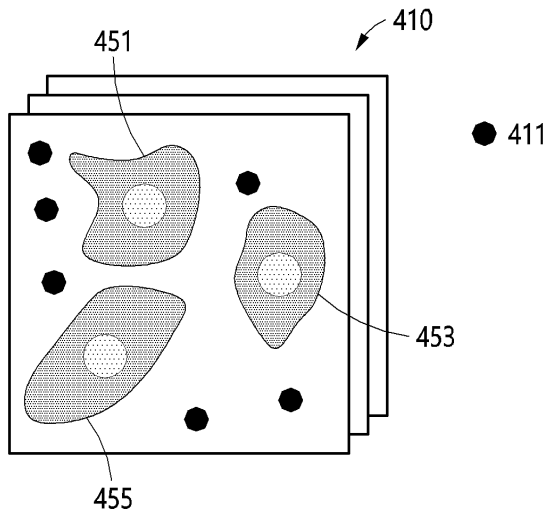
도면2



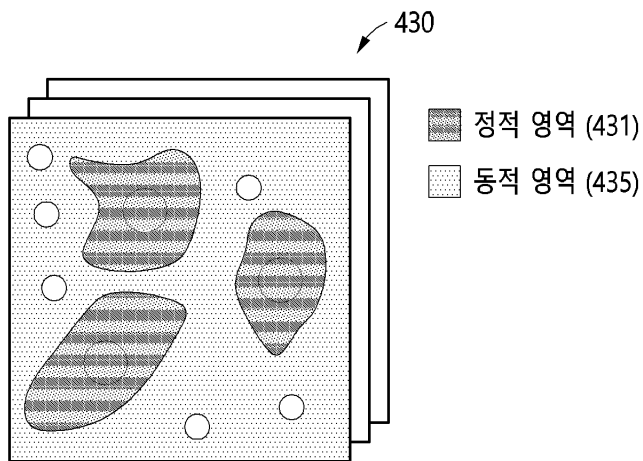
도면3



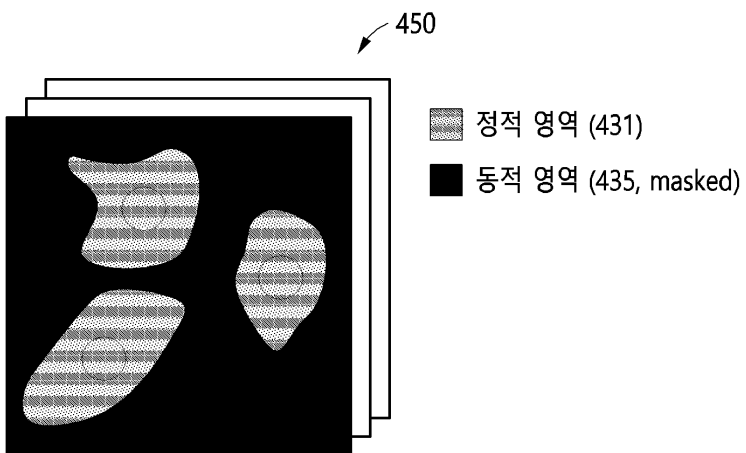
도면4



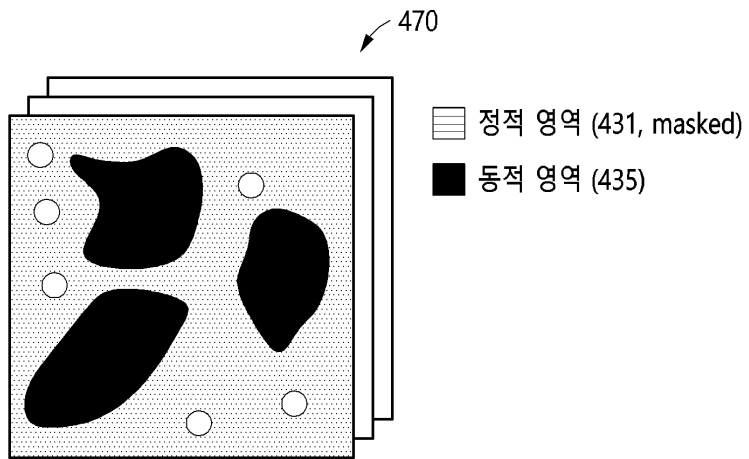
도면5



도면6



도면7



도면8

