



(19) 대한민국특허청(KR)
(12) 등록특허공보(B1)

(45) 공고일자 2013년05월02일
(11) 등록번호 10-1258557
(24) 등록일자 2013년04월22일

(51) 국제특허분류(Int. Cl.)

A61B 3/10 (2006.01) A61B 1/07 (2006.01)

(21) 출원번호 10-2011-0123691

(22) 출원일자 2011년11월24일

심사청구일자 2011년11월24일

(56) 선행기술조사문헌

JP2009523564 A*

*는 심사관에 의하여 인용된 문헌

(73) 특허권자

고려대학교 산학협력단

서울 성북구 안암동5가 1

(72) 발명자

김지현

인천광역시 남구 수봉안길57번길 37 (송의동)

정지채

서울특별시 서초구 효령로68길 81, @ 102-1305 (서초동, 서초자이)

(74) 대리인

특허법인엠에이피에스

전체 청구항 수 : 총 13 항

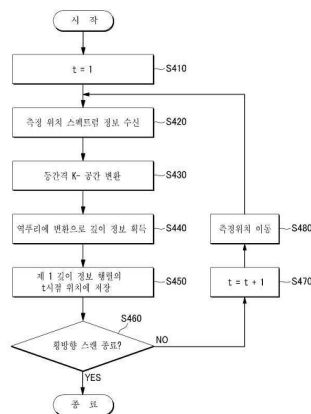
심사관 : 이재균

(54) 발명의 명칭 주파수 영역 공간섭 단층촬영 정보처리 장치 및 방법

(57) 요약

본 발명은 공간섭 단층촬영 장비를 제어하여 측정 시점별로 측정 지점을 인접 위치로 이동하면서 상기 공간섭 단층촬영 장비로부터 측정 데이터를 수신하고, 상기 측정 데이터에 기초하여 깊이 정보를 산출하여, 원본 단층촬영 영상을 산출하는 영상 스캔부; 및 상기 원본 단층촬영 영상에서 노이즈를 제거하여 결과 단층촬영 영상을 산출하는 노이즈 제거부;를 포함하되, 상기 노이즈 제거부는 상기 원본 단층촬영 영상에 포함된 깊이 정보들간의 감산을 통해 상기 원본 단층촬영 영상에서 노이즈를 제거하는 주파수 영역 공간섭 단층촬영 정보처리 장치를 제공한다.

대표도 - 도10



이 발명을 지원한 국가연구개발사업

과제고유번호	R31-2008-000-10008-0
부처명	한국과학재단
연구사업명	세계적수준의연구중심대학육성사업
연구과제명	뇌공학 융합 기술 연구
주관기관	고려대학교 산학협력단
연구기간	2010.10.01 ~ 2011.08.31

특허청구의 범위

청구항 1

주파수 영역 공간섭 단층촬영 정보처리 장치에 있어서,

공간섭 단층촬영 장비가 측정 시점별로 측정 지점을 인접 위치로 이동하면서 측정한 데이터로부터 깊이 정보를 산출하여, 원본 단층촬영 영상을 산출하는 영상 스캔부; 및

상기 원본 단층촬영 영상에서 노이즈를 제거하여 결과 단층촬영 영상을 산출하는 노이즈 제거부;를 포함하되,

상기 노이즈 제거부는

상기 원본 단층촬영 영상의 각 측정 시점에 대해 산출된 깊이 정보를 상기 각 측정 시점의 인접 측정 시점에 대해 산출된 깊이 정보와 감산하여, 상기 원본 단층촬영 영상에서 노이즈를 제거하는 것인 공간섭 단층촬영 정보처리 장치.

청구항 2

제 1 항에 있어서,

상기 정보처리 장치는 상기 노이즈가 제거된 결과 단층촬영 영상을 출력하는 영상 출력부를 더 포함하는 공간섭 단층촬영 정보처리 장치.

청구항 3

제 1 항에 있어서,

상기 결과 단층촬영 영상은 상기 원본 단층촬영 영상에서 고정 패턴 노이즈가 제거된 것인 공간섭 단층촬영 정보처리 장치.

청구항 4

제 1 항에 있어서,

상기 원본 단층촬영 영상 및 상기 결과 단층촬영 영상은 각 측정 시점별 깊이 정보를 측정한 이미지인 공간섭 단층촬영 정보처리 장치.

청구항 5

제 1 항에 있어서,

상기 원본 단층촬영 영상 및 상기 결과 단층촬영 영상은 각 요소가 상기 각 측정 시점별 깊이 정보를 나타내는 행렬로 표현되는 공간섭 단층촬영 정보처리 장치.

청구항 6

제 1 항에 있어서,

상기 영상 스캔부는 상기 각 측정 시점별 측정 데이터를 등간격 K-공간 변환하고 역푸리에 변환하여 상기 깊이 정보를 산출하는 공간섭 단층촬영 정보처리 장치.

청구항 7

제 1 항에 있어서,

상기 노이즈 제거부는 상기 원본 단층촬영 영상을 제 1 깊이 정보 행렬로 삼아, 상기 제 1 깊이 정보 행렬의 행 또는 열을 측정 시점 단위로 순환 이동시켜 제 2 깊이 정보 행렬을 산출하고, 상기 제 1 깊이 정보 행렬과 상기 제 2 깊이 정보 행렬의 차를 통해 상기 결과 단층촬영 영상을 얻는 것인 공간섭 단층촬영 정보처리 장치.

청구항 8

제 7 항에 있어서,

상기 노이즈 제거부는 상기 제 1 깊이 정보 행렬의 행 또는 열을 1행 또는 1열 이동시켜 제 2 깊이 정보 행렬을 산출하는 공간섭 단층촬영 정보처리 장치.

청구항 9

제 7 항에 있어서,

상기 노이즈 제거부는 상기 제 1 깊이 정보 행렬의 행 또는 열을 2행 또는 2열 이동시켜 제 2 깊이 정보 행렬을 산출하는 공간섭 단층촬영 정보처리 장치.

청구항 10

공간섭 단층촬영 정보처리 방법에 있어서,

(a) 공간섭 단층촬영 장비가 측정 시점별로 측정 지점을 인접 위치로 이동하면서 측정한 데이터로부터 깊이 정보를 산출하여, 원본 단층촬영 영상을 산출하는 단계; 및

(b)상기 원본 단층촬영 영상에서 노이즈를 제거하여 결과 단층촬영 영상을 산출하는 단계;를 포함하되,

상기 (b) 단계는

상기 원본 단층촬영 영상의 각 측정 시점에 대해 산출된 깊이 정보를 상기 각 측정 시점의 인접 측정 시점에 대해 산출된 깊이 정보와 감산하여, 상기 원본 단층촬영 영상에서 노이즈를 제거하는 것인 공간섭 단층촬영 정보처리 방법.

청구항 11

제 10 항에 있어서,

상기 결과 단층촬영 영상은 상기 원본 단층촬영 영상에서 고정 패턴 노이즈가 제거된 것인 공간섭 단층촬영 정보처리 방법.

청구항 12

제 10 항에 있어서,

상기 (a) 단계는 상기 각 측정 시점별 측정 데이터를 등간격 K-공간 변환하고 역푸리에 변환하여 상기 깊이 정보를 산출하는 공간섭 단층촬영 정보처리 방법.

청구항 13

제 10 항에 있어서,

상기 (b) 단계는

상기 원본 단층촬영 영상을 제 1 깊이 정보 행렬로 삼아, 상기 제 1 깊이 정보 행렬의 행 또는 열을 측정 시점 단위로 순환 이동시켜 제 2 깊이 정보 행렬을 산출하고, 상기 제 1 깊이 정보 행렬과 상기 제 2 깊이 정보 행렬의 차를 통해 상기 결과 단층촬영 영상을 얻는 것인 공간섭 단층촬영 정보처리 방법.

명 세 서

기술분야

[0001] 본 발명은 공간섭 단층촬영 정보처리 장치 및 방법에 관한 것으로서, 보다 상세하게는 주파수 영역 공간섭 단층촬영 정보처리 장치 및 방법에 관한 것이다.

배경기술

[0002] 주파수 영역 공간섭 단층촬영(FD-OCT: Frequency Domain Optical Coherence Tomography 또는 Fourier Domain Optical Coherence Tomography)은 발전된 형태의 단층촬영 기법으로서, 의료 진단 분야에 폭넓게 활용된다. 특히 안전하게 망막 등의 단층 영상을 얻을 수 있어 안과에서 많이 활용하며, 관상 동맥 진단이나 내시경에도 쓰

인다.

- [0003] 의료 분야 뿐 아니라 웨이퍼 두께 측정 등 산업용으로도 사용되며, 예술품 보존을 위해 그림의 각 층을 분석하는 데에 쓰이기도 한다. 특히 광섬유 기반의 광간섭 단층촬영은 의료용 내시경에만 쓰이는 것이 아니라, 산업용으로도 활용 가치가 높다. 방사능에 오염된 곳 등 접근하기 어려운 곳에 사용할 수 있기 때문이다.
- [0004] 광간섭 단층촬영은 MRI(Magnetic Resonance Imaging) 등 종래의 의료 영상 획득 방법보다 해상도 면에서 장점이 있다. 게다가 주파수 영역 광간섭 단층촬영 기법은 신호 대 잡음비나 측정 속도가 우수하다.
- [0005] 그러나 주파수 영역 광간섭 단층촬영은 광원의 DC 스펙트럼 때문에 단층촬영 영상 이미지에 횡방향으로 고정 줄무늬 잡음이 발생한다는 문제가 있다. 따라서 이러한 고정 패턴 노이즈를 제거하기 위한 연구들이 있어왔다.
- [0006] 예를 들어, 참조 스펙트럼 제거방식(reference spectrum subtraction)은 물리적인 방식으로 광원의 주파수 스펙트럼을 획득하고 깊이 정보에서 빼줌으로써 고정 줄무늬 노이즈를 제거하는 방식이다. 하지만 참조 스펙트럼 제거방식은 영상 획득 전에 광원의 DC 스펙트럼을 얻어야 하는 불편함이 있다.
- [0007] 이에 따라 소프트웨어적으로 고정 줄무늬 노이즈를 제거하는 기술들이 제안되었다. 그중 평균값 제거 방식(mean-line subtraction method)은 획득한 여러 개의 깊이 정보에서 동일 깊이에 존재하는 신호들의 평균을 구해 각 깊이 정보 신호에서 감산하는 방식이며, 중앙값 제거 방식(median-line subtraction method)은 평균값 제거 방식과 신호 처리 방식은 동일하지만 평균값 대신 중앙값을 이용하는 방식이다.
- [0008] 그러나 이러한 종래 기술들은 측정 중간, 즉 깊이 정보 획득 중에 광원의 세기가 변하면 정상적으로 노이즈를 제거할 수 없다. 이는 특히 광간섭 단층 촬영에 광섬유를 사용할 때 더욱 문제가 된다. 예를 들어, 의료용 내시경과 같은 실시 환경에서는 심장 박동, 혈액 순환, 호흡 등의 외부 환경 등에 의해 광원이 동적으로 변동할 수 있으며, 특히 내시경이 혈관에서 구부러질 때 급격한 광원 변동이 일어날 수 있다.
- [0009] 따라서 불안정한 광원을 사용할 때나 광섬유 기반의 예컨대 내시경과 같은 실시 환경에서와 같이, 광원이 동적으로 변동할 때에도 노이즈를 효과적으로 제거할 수 있는 장치 및 방법이 필요하다.
- [0010] 이와 관련하여 한국공개특허 제10-2011-0036593호("광간섭 단층법을 사용하는 촬상 장치 및 촬상 방법, 및 컴퓨터 판독가능 저장 매체")에는 복귀광에 기인하는 노이즈를 제거하는 구성이 개시되어 있다.
- [0011] 또한 한국공개특허 제10-2006-0120165호("주파수 영역 간섭법을 이용하여 광 영상화를 수행하는 방법 및 장치")는 산탄 잡음을 감소시키는 구성을 개시하고 있다.

발명의 내용

해결하려는 과제

- [0012] 본 발명은 전술한 주파수 영역 광간섭 단층촬영시 발생하는 고정 패턴 잡음 문제를 해결하기 위한 것으로서, 그 목적은 빠르고 효율적으로 고정 패턴 잡음을 제거하는 기능을 가진 광간섭 단층촬영 정보처리 장치 및 방법을 제공하는 것이다.

과제의 해결 수단

- [0013] 상기와 같은 목적을 달성하기 위한 본 발명의 제 1 측면에 따른 주파수 영역 광간섭 단층촬영 정보처리 장치는 광간섭 단층촬영 장비를 제어하여 측정 시점별로 측정 지점을 인접 위치로 이동하면서 상기 광간섭 단층촬영 장비로부터 측정 데이터를 수신하고, 상기 측정 데이터에 기초하여 깊이 정보를 산출하여, 원본 단층촬영 영상을 산출하는 영상 스캔부; 및 상기 원본 단층촬영 영상에서 노이즈를 제거하여 결과 단층촬영 영상을 산출하는 노이즈 제거부;를 포함하되, 상기 노이즈 제거부는 상기 영상 스캔부가 각 측정 시점에 대해 산출한 깊이 정보를 상기 각 측정 시점의 인접 측정 시점에 대해 산출한 깊이 정보와 감산하여 상기 원본 단층촬영 영상에서 노이즈를 제거하는 것을 특징으로 한다.
- [0014] 상기와 같은 목적을 달성하기 위한 본 발명의 제 2 측면에 따른 광간섭 단층촬영 정보처리 방법은 (a) 광간섭 단층촬영 장비를 제어하여 측정 시점별로 측정 지점을 인접 위치로 이동하면서 상기 광간섭 단층촬영 장비로부터 측정 데이터를 수신하고, 상기 측정 데이터에 기초하여 깊이 정보를 산출하여, 원본 단층촬영 영상을 산출하는 단계; 및 (b)상기 원본 단층촬영 영상에서 노이즈를 제거하여 결과 단층촬영 영상을 산출하는 단계;를 포함하되, 상기 (b) 단계는 상기 (a) 단계에서 각 측정 시점에 대해 산출된 깊이 정보를 상기 각 측정 시점의 인접

측정 시점에 대해 산출된 깊이 정보와 감산하여 상기 원본 단층촬영 영상에서 노이즈를 제거하는 것을 특징으로 한다.

발명의 효과

- [0015] 본 발명은 주파수 영역 공간섭 단층촬영 정보처리 장치 및 방법에 있어, 빠르고 효율적으로 단층촬영 영상에서 고정 패턴 잡음을 제거하는 효과를 얻는다.
- [0016] 또한, 광원이 동적으로 변동하는 환경에서도 고정 패턴 잡음을 제거할 수 있다.
- [0017] 또한, 하드웨어 구성 변동이나 추가적인 하드웨어적 연산 없이도 고정 패턴 잡음을 제거할 수 있다.
- [0018] 또한, 행렬의 감산과 같은 간단한 연산으로 오버헤드 없이 고정 패턴 잡음을 제거할 수 있다.

도면의 간단한 설명

- [0019] 도 1은 본 발명에 따른 공간섭 단층촬영 정보처리 장치의 구조를 도시함.
- 도 2는 도 1의 장치를 활용한 공간섭 단층촬영 시스템의 일실시예를 도시함.
- 도 3은 단층촬영 영상과 노이즈의 관계를 보여주는 실시예를 도시함.
- 도 4는 본 발명에 따른 노이즈 제거 방법의 근거가 되는 수식을 도시함.
- 도 5는 본 발명에 따른 제 1 깊이 정보 행렬 및 제 2 깊이 정보 행렬의 실시예를 도시함.
- 도 6은 본 발명에 따라 노이즈가 제거된 단층촬영 영상의 실시예를 종래 기술과 비교하여 도시함.
- 도 7은 본 발명에 따라 노이즈가 제거된 단층촬영 영상의 실시예를 종래 기술과 비교하여 도시함.
- 도 8은 본 발명에 따른 노이즈 제거 방법의 처리 속도를 종래 기술과 비교하여 도시함.
- 도 9는 본 발명에 따른 공간섭 단층촬영 정보처리 방법의 흐름을 도시함.
- 도 10은 원본 단층촬영 영상 산출 단계의 흐름을 도시함.

발명을 실시하기 위한 구체적인 내용

- [0020] 아래에서는 첨부한 도면을 참조하여 본 발명이 속하는 기술 분야에서 통상의 지식을 가진 자가 용이하게 실시할 수 있도록 본 발명의 실시예를 상세히 설명한다. 그러나 본 발명은 여러 가지 상이한 형태로 구현될 수 있으며 여기에서 설명하는 실시예에 한정되지 않는다. 그리고 도면에서 본 발명을 명확하게 설명하기 위해서 설명과 관계없는 부분은 생략하였으며, 명세서 전체를 통하여 유사한 부분에 대해서는 유사한 도면 부호를 붙였다.
- [0021] 명세서 전체에서, 어떤 부분이 다른 부분과 "연결"되어 있다고 할 때, 이는 "직접적으로 연결"되어 있는 경우뿐 아니라, 그 중간에 다른 소자를 사이에 두고 "전기적으로 연결"되어 있는 경우도 포함한다. 또한 어떤 부분이 어떤 구성요소를 "포함"한다고 할 때, 이는 특별히 반대되는 기재가 없는 한 다른 구성요소를 제외하는 것이 아니라 다른 구성요소를 더 포함할 수 있는 것을 의미한다.
- [0022] 도 1은 본 발명에 따른 공간섭 단층촬영 정보처리 장치(10)를 나타낸 블록도이다.
- [0023] 본 발명에 따른 공간섭 단층촬영 정보처리 장치(10)는 공간섭 단층촬영 장비(20)와 연결되어, 주파수 영역 공간섭 단층촬영(FD-OCT: Frequency Domain Optical Coherence Tomography 또는 Fourier Domain Optical Coherence Tomography)를 구성한다.
- [0024] 공간섭 단층촬영 정보처리 장치(10)는 주파수 영역 공간섭 단층촬영의 특정 실시 방법이나 실시예에 한정되어 사용되지는 않는다. 예를 들어, 본 발명에 따른 공간섭 단층촬영 정보처리 장치(10)는 분광기를 이용한 주파수 도메인 공간섭 단층촬영법이나 고속 파장 스캔 광원을 이용한 공간섭 단층촬영법(SS-OCT: Swept Source Optical Coherence Tomography)에 모두 적용 가능하다.
- [0025] 공간섭 단층촬영 정보처리 장치(10)의 구조를 살펴보면, 영상 스캔부(100)는 횡방향 스캔을 통해 원본 단층촬영 영상을 산출하고, 노이즈 제거부(200)가 원본 영상에서 노이즈를 제거하여 결과 단층촬영 영상을 산출한다. 자세한 내용은 후술한다.
- [0026] 공간섭 단층촬영 정보처리 장치(10)는 단층촬영 영상을 출력하는 영상 출력부(300)를 더 포함할 수 있다. 일반

적으로 영상 출력부(300)는 노이즈가 제거된 결과 단층촬영 영상을 출력하지만, 필요에 따라 원본 영상을 출력할 수도 있다.

- [0027] 본 발명에 따른 단층촬영 정보처리 장치(10)에 대해 더 자세히 살펴보기 전에, 도 2를 통해 공간섭 단층촬영 장비(20)의 구성 요소들을 먼저 대략적으로 살펴보자.
- [0028] 도 2에는 단층촬영 정보처리 장치(10)를 사용하여 광섬유 기반의 주파수 영역 공간섭 단층촬영 시스템을 구성한 실시예가 도시되어 있다.
- [0029] 공간섭 단층촬영 장비(20)는 단층 영상을 촬영할 대상 물체 측에 위치하게 될 샘플부(Sample, 31)를 비롯하여, 기준 거울부(Mirror, 30), 집광 렌즈(Focus Lens, 28) 및 대물 렌즈(Object Lens, 29), 시준기(Collimator, 26 및 27), 결합기(Coupler, 25), 검류계(Galvanometer, 32), 광원(22), 분광기(Spectrometer, 36), 신호 수집 장치(DAQ, 34)를 포함하고 있다. 광원(22)에는 예를 들어 고휘도 레이저 다이오드(Super-Luminescence Diode : SLD)가 사용될 수 있다.
- [0030] 공간섭 단층촬영 장비(20)의 구성은 종래 기술이므로 자세한 설명은 생략하며, 공간섭 단층촬영 정보처리 장치(10)와 관련된 내용 위주로 기술하도록 하겠다.
- [0031] 공간섭 단층촬영 장비(20)의 구성 요소 중 분광기(36)와 신호 수집 장치(34)는 통신 및/또는 제어 수단(예: USB)을 통해 본 발명에 따른 공간섭 단층촬영 정보처리 장치(10)와 연결되어 있다. 공간섭 단층촬영 정보처리 장치(10)는 예를 들어 검류계(32)를 이동시키는 제어 명령을 내려 측정 위치를 옮길 수 있으며, 분광기(36)로부터 측정된 스펙트럼 정보를 수신할 수 있다.
- [0032] 본 실시예에서는 공간섭 단층촬영 장비(20)의 각 구성 요소 연결에 광섬유(Optical Fiber, 24)가 사용되고 있다. 이러한 실시예는 내시경에 많이 쓰이는데, 그러한 실시 환경은 전술한 바와 같이 광원(22)이 크게 변동할 수 있어 노이즈가 쉽게 발생할 수 있는 환경이다. 예를 들어, 광섬유(24)가 혈관을 따라 이동하며 구부러질 때 광원(22) 변동이 크게 발생할 수 있다.
- [0033] 전술한 바와 같이 종래 기술에서는 이렇게 광원이 동적으로 변동할 때 노이즈를 제거하기가 쉽지 않았으나, 본 발명에 따른 공간섭 단층촬영 정보처리 장치(10)는 광섬유(24)가 구부러질 때 발생할 수 있는 광원(22)의 급격한 변동에 따른 노이즈도 실시간으로 쉽게 제거할 수 있다.
- [0034] 도 3은 단층촬영 영상과 노이즈의 관계를 보여주는 실시예를 도시하고 있다.
- [0035] 원본 영상()은 영상 스캔부(100)가 산출한 이미지이다. 본 발명에 따른 공간섭 단층촬영 정보처리 장치(10)의 영상 스캔부(100)는 측정 지점별로 A-스캔(A-scan)을 통해 획득한 깊이 정보를 횡방향으로 결합하여 B-스캔(B-scan)을 수행한다. 즉, 영상 스캔부(100)는 공간섭 단층촬영 장비(20)를 제어하여 측정 지점별로 측정 지점을 인접 위치로 한 단위 이동하면서 공간섭 단층촬영 장비(20)로부터 측정 데이터를 수신하고, 수신한 스펙트럼 데이터를 등간격 K-공간 변환하고 역푸리에 변환하여 깊이 정보를 산출한다.
- [0036] 이러한 횡방향 스캔의 결과 도출되는 원본 단층촬영 영상(510)은 측정 시점별(t) 깊이 정보(z)를 담고 있는 이미지($g_{raw}(z, t)$)가 된다. 즉, z는 각 A-선(A-line)의 축 방향 위치이고 t는 각 A-선 번호를 나타낸다.
- [0037] 그러나 주파수 영역 공간섭 단층촬영에서는 전술한 바와 같이 광원(22)의 DC 스펙트럼에 의해 생기는 영상 신호의 오프셋 때문에 영상 이미지에 고정 패턴 노이즈(예: 줄무늬)가 발생하므로, 영상 스캔부(100)가 산출한 원본 영상(510)은 순수하게 촬영 대상의 단면 모습만을 나타내는 순수 단층촬영 영상(530)에 노이즈(520)가 끼어 있는 이미지이다.
- [0038] 도면에 도시된 실시예에서처럼, 원본 영상(510)은 노이즈(520)가 너무 심해 촬영 대상의 단면이 어떤 모습인지 분간할 수 없을 정도가 되어버릴 수도 있다. 따라서 단층촬영을 실시하는 행위에 의미가 있으려면 원본 영상(510)에서 노이즈(520)를 제거하여 순수 단층촬영 영상(530)과 같이 선명한 단면의 모습을 도출해야 한다.
- [0039] 따라서 도면에 도시된 바와 같이, 본 발명에 따른 공간섭 단층촬영 정보처리 장치(10)의 노이즈 제거부(200)는 영상 스캔부(100)가 도출한 원본 영상(510)에서 노이즈(520)를 제거하여 순수 단층촬영 영상(530)에 근접한 결과 영상(540)을 도출한다.
- [0040] 도 4에 도시되어 있는 수식을 통해, 본 발명에 따른 공간섭 단층촬영 정보처리 장치(10)의 노이즈 제거부(200)가 순수 단층촬영 영상(530)에 근접한 결과 영상(540)을 도출할 수 있음을 뒷받침 하는 근거를 살펴보자.

- [0041] 본 발명이 종래 기술들과 달리 광원(22)이 동적으로 변할 때에도 노이즈(520)를 제거할 수 있는 이유는 전체 측정값의 대표값(예: 평균값 또는 중앙값) 등을 구할 필요없이 단지 각 시점별 측정값을 인접 시점의 측정값과 감산하기만 하면 되기 때문이다.
- [0042] 본 발명에 따른 결과 영상(540)은 t 시점에서 측정한 원본 영상(510)의 깊이 정보에서 $t-1$ 시점에서 측정한 원본 영상(510)의 깊이 정보를 감산하여 도출된다(수식의 첫번째 줄).
- [0043] 원본 영상(510)은 순수 단층촬영 영상(530)에 노이즈(520)가 끼어 있는 것이므로, t 시점 및 $t-1$ 시점에서의 원본 영상(510)을 t 시점 및 $t-1$ 시점에서의 순수 단층촬영 영상(530) 및 노이즈(520)로 치환하면, 결과 영상(540)은 t 시점에서의 순수 단층촬영 영상(530) 및 노이즈(520)에서 $t-1$ 시점의 순수 단층촬영 영상(530) 및 노이즈(520)를 감산한 것과 같다(수식의 두번째 줄).
- [0044] 이때 노이즈(520)는 고정 패턴을 가지므로 t 시점에서의 노이즈(520)와 $t-1$ 시점에서의 노이즈(520)는 거의 일치한다(수식의 where 이하 근거 부분). 따라서 결과 영상(540)은 t 시점에서의 순수 단층촬영 영상(530)에서 $t-1$ 시점에서의 순수 단층촬영 영상(530)을 감산한 것과 같고(수식의 세번째 줄), 이는 곧 순수 단층촬영 영상(530)과 거의 같다(수식의 네번째 줄).
- [0045] 따라서, 본 발명에서 t 시점에서 측정한 원본 영상(510)의 깊이 정보에서 $t-1$ 시점에서 측정한 원본 영상(510)의 깊이 정보를 감산하여 도출된 결과 영상(540)은 순수 단층촬영 영상(530)과 거의 같아지므로, 인접 시점(t 와 $t-1$ 또는 $t+1$ 과 t)에서의 측정된 깊이 데이터를 서로 감산하는 간단한 계산으로 고정 패턴 노이즈가 제거된 깨끗한 영상이 도출될 수 있음이 증명된다.
- [0046] 이렇게 본 발명에 따른 노이즈 제거부(200)는 인접 시점 측정 데이터간 감산만으로도 노이즈(520)를 깨끗하게 제거할 수 있다. 또한 노이즈 제거부(200)는 이러한 연산을 효율적으로 수행하기 위해 행렬을 사용한다.
- [0047] 도 5에 본 발명에 따른 제 1 깊이 정보 행렬 및 제 2 깊이 정보 행렬의 실시예가 도시되어 있다.
- [0048] 원본 영상(510)은 t 시점에 따른 깊이 정보 z 를 담고 있으므로, 2차원 행렬로 나타낼 수 있다. 이를 제 1 깊이 정보 행렬(710)이라고 부르자. 도면의 실시예에서는 행렬의 열이 측정 시점을, 행이 깊이 정보를 나타내고 있지만, 선택에 따라 행이 측정 시점을, 열이 깊이 정보를 나타내도록 구성할 수도 있다.
- [0049] 제 1 깊이 정보 행렬(710)의 행 또는 열을 측정 시점 단위로 순환 이동시키면 제 2 깊이 정보 행렬(720)을 도출할 수 있다. 즉, 제 2 깊이 정보 행렬(720)은 제 1 깊이 정보 행렬(710)의 각 시점별 측정 데이터를 하나씩 인접 시점 자리로 순환 이동시킨 것이다.
- [0050] 도면의 실시예에서 제 2 깊이 정보 행렬(720)은 제 1 깊이 정보 행렬(710)의 제일 끝 열을 제일 앞에 끼워 넣고, 그에 맞게 각 열들을 하나씩 이동시킨 것이다. 제 1 깊이 정보 행렬(710)에서 행이 측정 시점을, 열이 깊이 정보를 나타내고 있다면, 행을 순환 이동시키면 된다.
- [0051] 이때, t 시점 측정 데이터와 $t-1$ 시점 측정 데이터를 감산하는 것은 t 시점 측정 데이터와 $t-2$ 시점 측정 데이터를 감산하는 것으로 확장할 수 있다. 따라서, 제 1 깊이 정보 행렬의 행 또는 열을 순환 이동시킬 때 행 또는 열을 한개씩 이동시키는 것뿐 아니라, 행 또는 열을 두개씩 이동시키는 것도 가능하다.
- [0052] 이 두 행렬에 감산 연산을 적용하면, 결과 행렬의 각 요소는 영상 스캔부(100)가 각 측정 시점에 대해 산출한 깊이 정보를 인접 측정 시점에 대해 산출한 깊이 정보와 감산한 값이 될 것임이 명백하다. 가장 앞 열은 예외이지만, 이미지의 맨 가장자리 데이터는 별로 중요하지 않으므로 신경쓰지 않아도 된다.
- [0053] 이 결과 행렬이 결과 영상(540)이다. 즉, 노이즈가 제거된 결과 단층촬영 영상(540)은 행렬의 감산이라는 매우 단순한 연산만으로 도출된다. 따라서 본 발명에 따른 노이즈 제거 방법은 오버헤드가 낮고 빠르다.
- [0054] 도 6, 도 7 및 도 8은 각각 본 발명에 따른 노이즈 제거 방법에 따른 결과 영상의 실시예 및 노이즈 제거 처리 속도를 종래 기술과 비교하여 도시하고 있다.
- [0055] 각 도면에 도시된 바와 같이, 본 발명에 따른 노이즈 제거 방법의 성능과 속도는 종래 기술들보다 월등하다. 하지만 전술한 바와 같이 본 발명의 더욱 큰 장점은 광원(22)이 동적으로 변동하는 환경에서도 종래 기술들과 달리 노이즈 제거 성능이 떨어지지 않는다는 것이다.
- [0056] 이는 특히 도 7에 잘 나타나 있다. 도 7은 광섬유 기반 실시 환경에서 복수 층(multi layered) 구조의 폴리머 팬텀(polymer phantom)을 단층촬영한 영상을 도시하고 있는데, 이는 인체 내시경과 같은 불안정한 환경에서 각

노이즈 제거 방식이 노이즈를 얼마나 잘 제거하는지 측정하기 위한 것이다. 도면에서 알 수 있는 바와 같이, 횡방향 스캔 중 광섬유가 구부러져 광원이 연속적으로 변동하였을 때 본 발명에 따른 노이즈 제거 방법이 가장 뛰어난 노이즈 제거 성능을 보이고 있다.

[0057] 이제 도 9를 통해 본 발명에 따른 공간섭 단층촬영 정보처리 방법의 흐름을 살펴보자.

[0058] 측정을 통해 원본 영상(510), 즉 촬영 대상의 단층면에 대한 측정 시점별 깊이 정보를 담고 있는 제 1 깊이 정보 행렬(710)을 산출한다(S310).

[0059] 다음, 제 1 깊이 정보 행렬(710)의 행 또는 열을 측정 시점 단위로 순환 이동시켜, 제 2 깊이 정보 행렬(720)을 산출한다(S320).

[0060] 다음, 행렬 감산으로 노이즈가 제거된 결과 영상(540)을 산출한다(S330). 즉, 결과 영상(540)은 제 1 깊이 정보 행렬에서 제 2 깊이 정보 행렬을 감산한 행렬이다.

[0061] 도 10은 상기 제 1 깊이 정보 행렬(710) 산출 단계(S310)의 흐름을 도시하고 있다.

[0062] 먼저 측정을 시작한다(S410). 공간섭 단층처리 정보처리 장치(10)는 공간섭 단층촬영 장비(20)를 제어하여 측정 지점을 시작점으로 옮긴다. 예를 들어, 검류계(32)를 샘플부(31)의 가장자리에 위치시킨다. 이때 측정 지점을 나타내는 t 의 초기값은 도면에 도시된 값인 1 이외의 다른 값을 사용하여도 무방하다.

[0063] 공간섭 단층촬영 장비(20)로부터 해당 측정 위치에서의 스펙트럼 정보를 수신하면(S420), 등간격 K -공간 변환(S430), 역푸리에 변환하여 깊이 정보를 획득한 후(S440), 제 1 깊이 정보 행렬(710)의 t 시점 위치에 저장한다(S450). 즉, t 시점에 대해 A스캔을 수행한다. 이때 버퍼 등의 임시 저장 장소를 사용할 수 있다.

[0064] 측정 시점과 측정 위치를 각각 한 단위 이동한다(각각 S470 및 S480).

[0065] 횡방향 스캔(즉, B스캔)이 종료될 때까지(S460) 상기 단계들을 반복한다.

[0066] 전술한 본 발명의 설명은 예시를 위한 것이며, 본 발명이 속하는 기술분야의 통상의 지식을 가진 자는 본 발명의 기술적 사상이나 필수적인 특징을 변경하지 않고서 다른 구체적인 형태로 쉽게 변형이 가능하다는 것을 이해할 수 있을 것이다. 그러므로 이상에서 기술한 실시예들은 모든 면에서 예시적인 것이며 한정적이 아닌 것으로 이해해야만 한다. 예를 들어, 단일형으로 설명되어 있는 각 구성 요소는 분산되어 실시될 수도 있으며, 마찬가지로 분산된 것으로 설명되어 있는 구성 요소들도 결합된 형태로 실시될 수 있다.

[0067] 본 발명의 범위는 상기 상세한 설명보다는 후술하는 특허청구범위에 의하여 나타내어지며, 특허청구범위의 의미 및 범위 그리고 그 균등 개념으로부터 도출되는 모든 변경 또는 변형된 형태가 본 발명의 범위에 포함되는 것으로 해석되어야 한다.

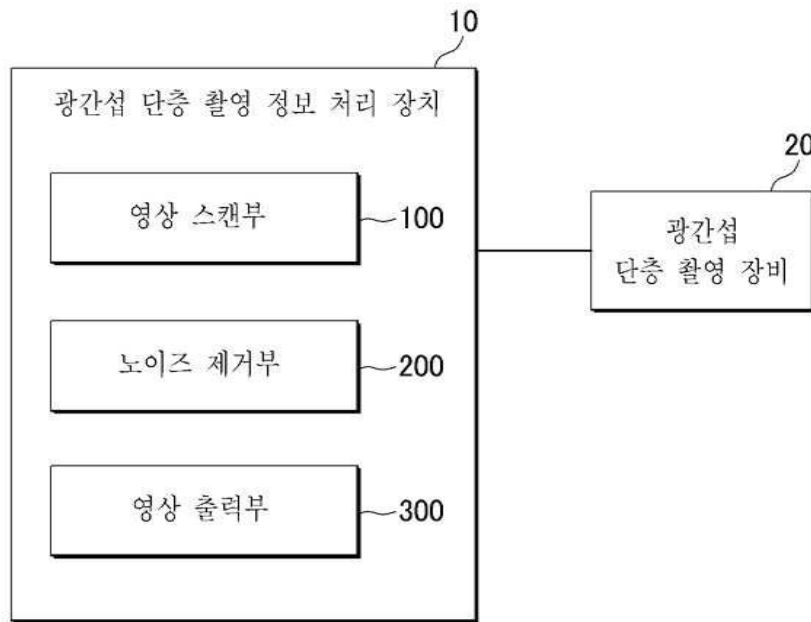
부호의 설명

[0068] 10: 공간섭 단층촬영 정보처리 장치

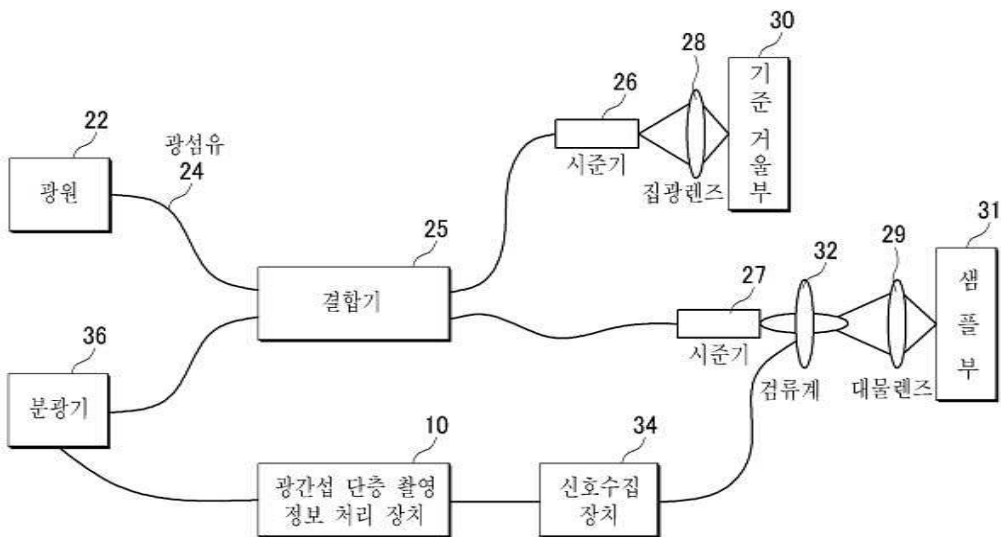
20: 공간섭 단층촬영 장비

도면

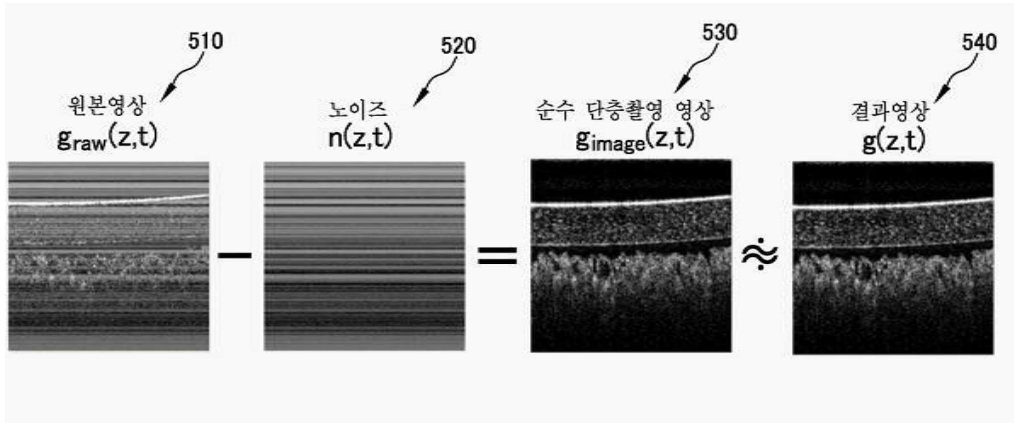
도면1



도면2



도면3

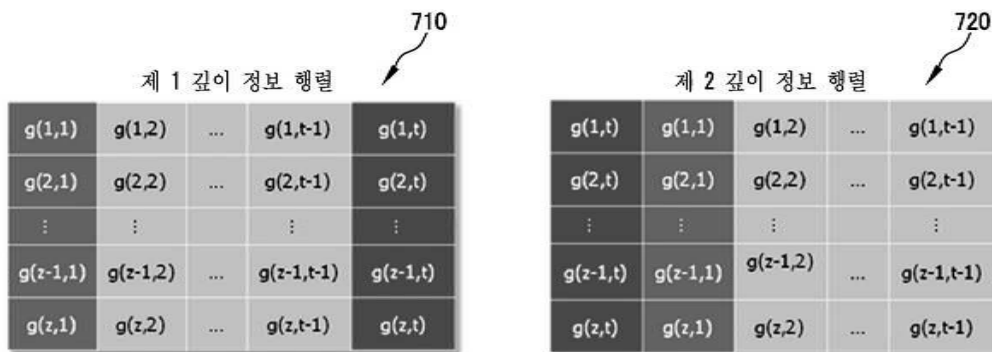


도면4

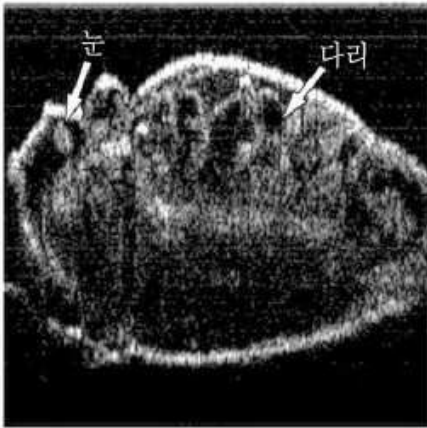
$$\begin{aligned}
 g(z,t) &= g_{raw}(z,t) - g_{raw}(z,t-1) \\
 &= g_{image}(z,t) - g_{image}(z,t-1) + n(z,t) - n(z,t-1) \\
 &= g_{image}(z,t) - g_{image}(z,t-1) \\
 &\triangleq g'_{image}(z,t)
 \end{aligned}$$

where $n(z,t) \approx n(z,t-1)$
 $n(z,t) - n(z,t-1) \approx 0$

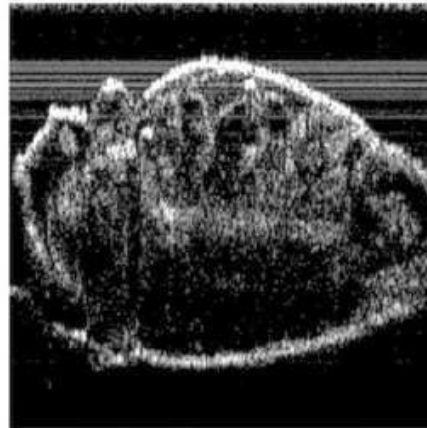
도면5



도면6



(a) 참조 스펙트럼 제거 방식



(b) 평균값 제거 방식

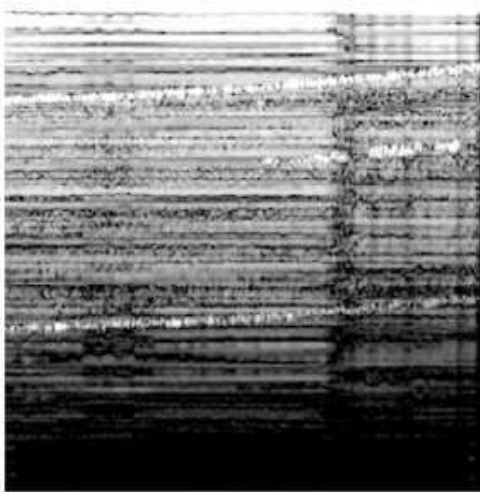


(c) 중앙값 제거 방식

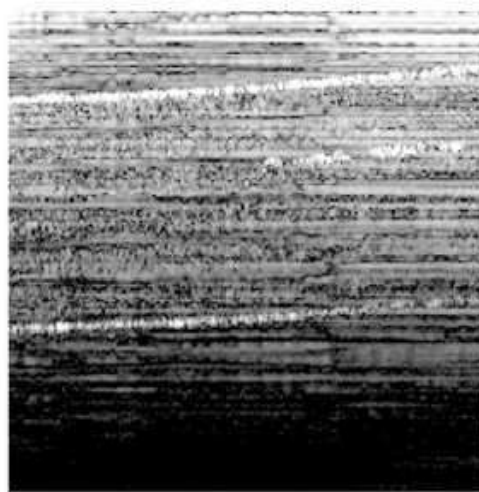


(d) 본 발명에 따른 노이즈 제거 방식

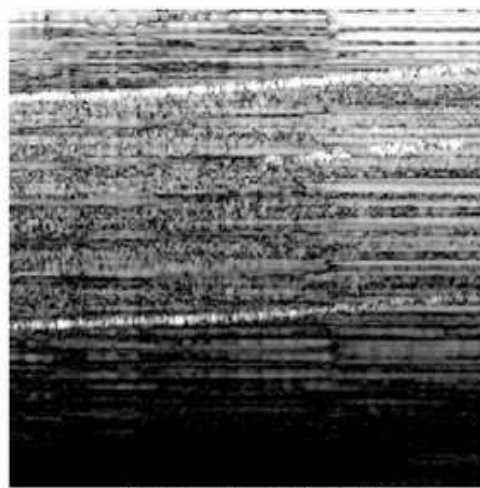
도면7



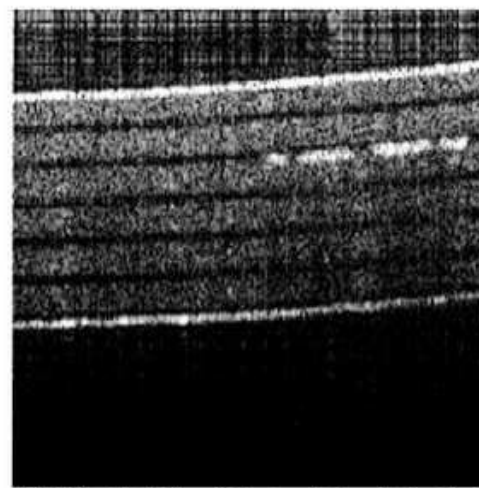
(a) 참조 스펙트럼 제거 방식



(b) 평균값 제거 방식

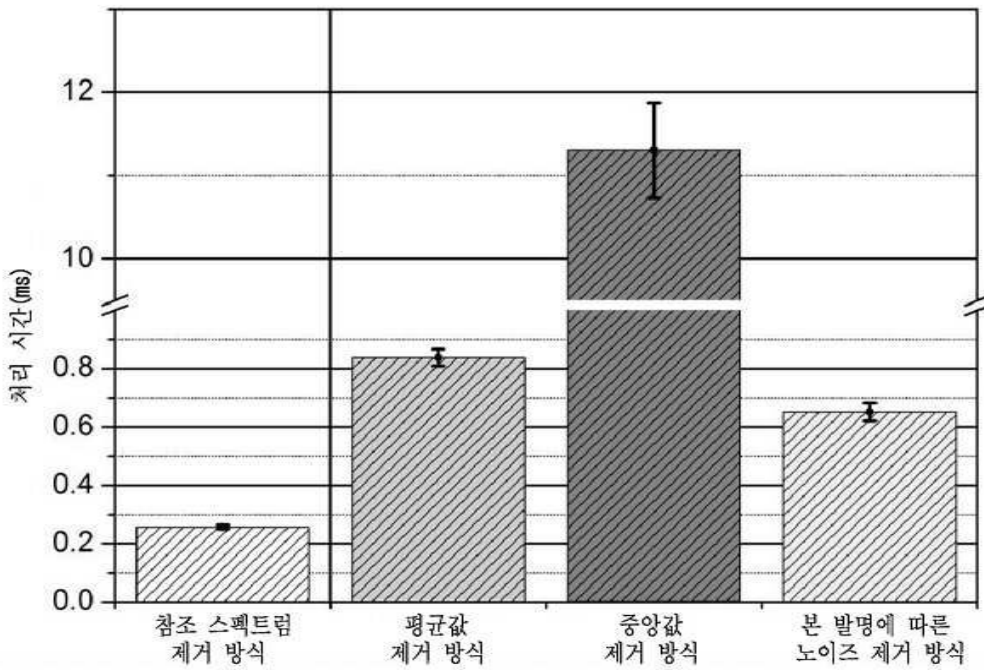


(c) 중앙값 제거 방식

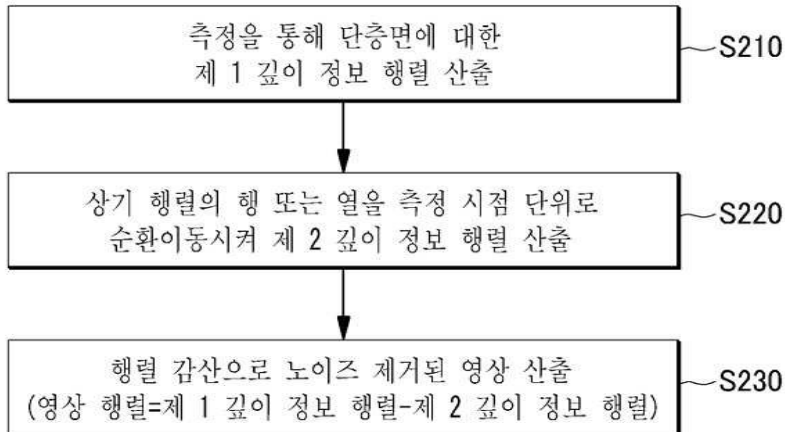


(d) 본 발명에 따른 노이즈 제거 방식

도면8



도면9



도면10

