



(19) 대한민국특허청(KR)  
(12) 공개특허공보(A)

(11) 공개번호 10-2008-0076303  
(43) 공개일자 2008년08월20일

(51) Int. Cl.

G01B 9/02 (2006.01) A61B 6/00 (2006.01)

(21) 출원번호 10-2007-0016061

(22) 출원일자 2007년02월15일

심사청구일자 2007년02월15일

(71) 출원인

연세대학교 산학협력단

서울 서대문구 신촌동 134 연세대학교

(72) 발명자

정병조

강원도 원주시 단계동 94번지

조용진

강원 원주시 관부면 서곡리 592 거장2차아파트  
105동 801호

(74) 대리인

이형규

전체 청구항 수 : 총 4 항

(54) 공간 영역 광결맞음 단층 촬영장치

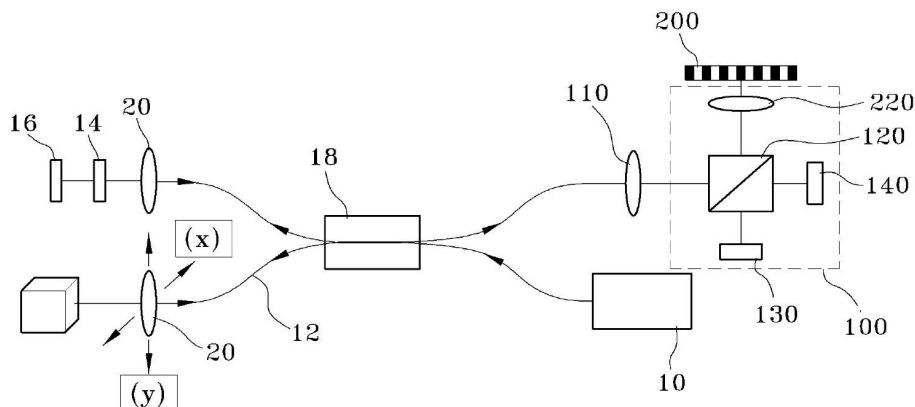
### (57) 요약

본 발명은 공간 영역의 광결맞음 단층 촬영장치를 개시한다.

본 발명의 공간 영역의 광결맞음 단층 촬영장치는 가간섭성 길이가 짧은 SLD광원과, 상기 광원으로부터의 빛을 전달하는 광섬유와, 광원을 대상과 마이켈슨 간섭계의 기준거울로 분리 시켜주는 광섬유 커플러와, 상기 빔분배기를 통한 빛을 대상과 기준거울에 유도하여 영상화하는 대물렌즈 프로브와, 대상과 마이켈슨 간섭계의 기준거울로부터 반사된 빛이 재입사되는 것으로 푸리에 변환없이 주파수 영역의 간섭무늬를 획득할 수 있는 푸리에 변환 분광기와, 최종적으로 목표물을 영상화하는 Line Scan CCD 또는 Area Scan CCD 및 본체 렌즈로 구성된다.

상기와 같이 구성되는 공간 영역의 광결맞음 단층 촬영장치는 종래의 공간 영역의 광결맞음 단층 촬영장치를 구성하고 있는 푸리에 변환 분광기를 사용함으로써 푸리에 변환을 하지 않아도 대상(target)의 공간 정보를 얻을 수 있고 또한 푸리에 변환 분광기를 구성하고 있는 두 개의 거울 중 한 개를 적절히 이동시킴으로써 공간 영역의 광결맞음 단층 촬영장치의 공액 간섭무늬를 용이하게 제거 가능한 이점이 있다.

### 대표도



## 특허청구의 범위

### 청구항 1

가간섭성 길이가 짧은 SLD(Superluminescent Diode) 광원과;

상기 광원으로부터의 빛을 전달하는 광섬유와;

광원을 대상(target)과 마이켈슨 간섭계의 기준거울로 분리 시켜주는 광섬유 커플러와;

상기 빔분배기를 통한 빛을 대상(target)과 기준거울에 유도하여 영상화하는 대물렌즈 프로브와;

대상(target)과 마이켈슨 간섭계의 기준거울로부터 반사된 빛이 재입사되는 것으로 푸리에 변환없이 주파수 영역의 간섭무늬를 획득할 수 있는 푸리에 변환 분광기(Fourier Transform Spectrometer)와;

최종적으로 목표물을 영상화하는 Line Scan CCD 또는 Area Scan CCD 및 본체 렌즈로 구성되는 것을 특징으로 하는 공간 영역의 광결맞음 단층 촬영장치.

### 청구항 2

제 1항에 있어서, 상기 푸리에 변환 분광기는 기준 거울 두 개를 구비하며, 그 중 한 개가 기계적인 주사없이 대상(target)의 광축 방향의 정보를 얻을 수 있도록 임의의 각도로 기울어지는 것을 특징으로 하는 공간 영역의 광결맞음 단층 촬영장치.

### 청구항 3

제 1항에 있어서, 상기 푸리에 변환 분광기는, 복수개의 거울을 구비하며, 이들 거울중 하나의 거울을 이동시킴으로써 상기 장치에 의해 발생하는 공액 간섭무늬를 제거 하는 것을 특징으로 하는 공간 영역의 광결맞음 단층 촬영장치.

### 청구항 4

제 1항에 있어서, 상기 푸리에 변환 분광기(Fourier Transform Spectrometer)는 마이켈슨 간섭계와 동일한 간섭 무늬를 얻을 수 있는 모든 공간 영역의 간섭계인 Mach-Zender 간섭계, Sagnac 간섭계, Savart plate를 기반으로 한 간섭계, Wollaston Prism을 기반으로 한 공간 영역의 간섭계 중 어느 하나가 사용되는 것을 특징으로 하는 공간 영역의 광결맞음 단층 촬영장치.

## 명 세 서

### 발명의 상세한 설명

#### 발명의 목적

#### 발명이 속하는 기술 및 그 분야의 종래기술

- <12> 본 발명은 공간 영역의 광결맞음 단층 촬영장치에 관한 것으로서, 기존의 회절격자로 구성된 분광기를 이용하여 시료로부터 반사된 빛과 기준거울간의 간섭 무늬를 얻은 후 푸리에 변환을 통해 시료의 구조적인 정보를 얻는 주파수영역의 광결맞음 단층 촬영장치와는 달리 푸리에 변환 없이 공간 영역에서 바로 시료의 구조적인 정보를 얻을 수 있는 공간 영역의 광결맞음 단층 촬영장치에 관한 것이다.
- <13> 일반적으로 광 결맞음 단층 촬영장치(Optical Coherence Tomography, OCT)의 기본원리는 저결맞음 길이 간섭계(Low Coherence Tomography)의 원리와 같다. 저결맞음 길이 간섭계(Low Coherence Tomography)는 광 결맞음 길이(Coherence Length)가 짧은 광원을 사용하여 구성한 마이켈슨 간섭계(Michelson Interferometer)라 할 수 있다. 광 결맞음 단층 촬영기(Optical Coherence Tomography, OCT)란 저 결맞음 길이 간섭계를 이용하여 빛을 강하게 산란시키는 생체조직 등의 내부구조를 고해상도로 영상 촬영하는 기법을 이용한 장치이다.
- <14> 즉, 기존의 광결맞음 단층 촬영장치는 시간 영역의 광결맞음 단층 촬영장치와 주파수 영역의 단층 촬영장치 두 가지로 대별된다.

- <15> 먼저, 시간 영역의 광결맞음 단층 촬영장치는 기본적인 마이켈슨 간섭계를 이루고 있는 기준거울을 광축과 같은 방향으로 PZT나 모터를 이용하여 이동시키면서 기준거울과 대상(target) 내의 층과의 광로차가 광원의 가간섭성 길이 범위를 만족할 시 나타나는 간섭무늬를 얻어 대상(target) 내부의 구조적인 정보를 얻는 방식으로 광축 방향으로 기계적인 주사로 인해 생기는 기계적인 위치오차와 데이터를 얻는데 많은 시간이 걸린다는 단점이 있다.
- <16> 한편, 주파수 영역의 광결맞음 단층 촬영장치는 마이켈슨 간섭계에서 나온 신호를 회절격자로 구성된 분광기를 거쳐 파수에 따른 스펙트럼을 얻고 이를 다시 푸리에 변환을 하여 공간 영역의 정보를 얻는 방식으로 고가의 분광기를 사용해야만 하는 단점과 푸리에 변환을 통해 분광기의 선형검출기 해상도의 절반 밖에 사용 못하는 단점이 있다.
- <17> 푸리에 변환 시 적절하지 않은 파수의 표본화로 인해 갖는 데이터의 왜곡으로 잘못된 대상(target)의 구조 데이터를 획득하므로 신뢰성이 낮은 단점이 있다.

### 발명이 이루고자 하는 기술적 과제

- <18> 본 발명은 상기의 문제점을 해결하기 위하여 창출된 것으로서, 본 발명은 주파수 영역의 광결맞음 단층 촬영장치를 구성하는 회절격자의 분광기 대신 푸리에 변환 분광기로 대체함으로써 푸리에 변환 없이 대상(target)의 구조적인 정보를 획득하는 것을 가능하게 하면서 선형 검출기의 해상도 전체를 사용할 수 있는 공간 영역의 광결맞음 단층 촬영장치의 제공을 그 목적으로 한다.

### 발명의 구성 및 작용

- <19> 상기의 목적을 실현하기 위한 본 발명에 따른 공간 영역의 광결맞음 단층 촬영장치는 가간섭성 길이가 짧은 SLD(Superluminescent Diode) 광원과; 상기 광원으로부터의 빛을 전달하는 광섬유와; 광원을 대상(target)과 마이켈슨 간섭계의 기준거울로 분리 시켜주는 광섬유 커플러와; 상기 빔분배기를 통한 빛을 대상(target)과 기준거울에 유도하여 영상화하는 대물렌즈 프로브와; 대상(target)과 마이켈슨 간섭계의 기준거울로부터 반사된 빛이 재입사되는 것으로 푸리에 변환없이 주파수 영역의 간섭무늬를 획득할 수 있는 푸리에 변환 분광기(Fourier Transform Spectrometer)와; 최종적으로 목표물을 영상화하는 Line Scan CCD 또는 Area Scan CCD 및 본체 렌즈로 구성되는 것을 그 특징으로 한다.
- <20> 본 발명의 바람직한 한 특징으로서, 상기 푸리에 변환 분광기는 기준 거울 두 개를 구비하며, 그 중 한 개가 기계적인 주사없이 대상(target)의 광축 방향의 정보를 얻을 수 있도록 임의의 각도로 기울어지는 것에 있다.
- <21> 본 발명의 바람직한 다른 특징으로서, 상기 푸리에 변환 분광기는, 복수개의 거울을 구비하며, 이들 거울중 하나의 거울을 이동시킴으로써 상기 장치에 의해 발생하는 공액 간섭무늬를 제거 하는 것에 있다.
- <22> 본 발명의 바람직한 또 다른 특징으로서, 상기 푸리에 변환 분광기(Fourier Transform Spectrometer)는 마이켈슨 간섭계와 동일한 간섭 무늬를 얻을 수 있는 모든 공간 영역의 간섭계인 Mach-Zender 간섭계, Sagnac 간섭계, Savart plate를 기반으로 한 간섭계, Wollaston Prism을 기반으로 한 공간 영역의 간섭계 중 어느 하나가 사용되는 것에 있다.
- <23> 본 발명의 특징 및 이점들은 첨부도면에 의거한 다음의 상세한 설명으로 더욱 명백해질 것이다. 이에 앞서 본 명세서 및 청구범위에 사용된 용어나 단어는 통상적이고 사전적인 의미로 해석되어서는 아니 되며, 발명자가 그 자신의 발명을 가장 최선의 방법으로 설명하기 위해 용어의 개념을 적절하게 정의할 수 있다는 원칙에 입각하여 본 발명의 기술적 사상에 부합되는 의미와 개념으로 해석되어야만 한다.
- <24> 이하, 본 발명에 따른 공간 영역의 광결맞음 단층 촬영장치의 바람직한 실시예를 첨부된 도면을 참조하여 상세히 설명하면 다음과 같다.
- <25> 도 1은 본 발명에 따른 공간 영역 광결맞음 단층 촬영장치를 설명하기 위해 개략적인 구성을 나타낸 구성도이고, 도 2는 본 발명에 따른 공간 영역 광결맞음 단층 촬영장치를 통해 획득한 간섭무늬를 나타낸 도면이다.
- <26> 그리고, 도 3은 본 발명에 따른 공간 영역 광결맞음 단층 촬영장치를 구성하고 있는 푸리에 변환 분광기의 기울어진 거울을 움직여 공액 신호를 제거한 간섭무늬를 나타낸 도면이다.
- <27> 이에 나타내 보인 바와 같이 본 발명은, 생체조직과 같은 내부구조를 고해상도로 이미징하는 광결맞음 단층 촬영장치의 구성을 위하여, 가간섭성 길이가 짧은 SLD(Superluminescent Diode) 광원과, 상기 광원으로부터의 빛

을 전달하는 광섬유와, 광원을 대상(target)과 마이켈슨 간섭계의 기준거울로 분리 시켜주는 광섬유 커플러와, 상기 빔 분배기를 통한 빛을 대상(target)과 기준거울에 유도하여 영상화하는 대물렌즈 프로브와, 대상(target)과 마이켈슨 간섭계의 기준거울로부터 반사된 빛이 재입사되는 푸리에변환 분광기와, 최종적으로 목표물을 영상화하는 Line Scan CCD 또는 Area Scan CCD 및 본체 렌즈로 구성되는 공간 영역의 광결맞음 단층 촬영장치에 있어서, 상기 푸리에 변환 분광기를 구성하는 기준거울 두 개 중 한 개가 기계적인 주사없이 대상(target)의 광축 방향의 정보를 얻을 수 있도록 임의의 각도로 기울어짐을 특징으로 하는 공간 영역의 광결맞음 단층 촬영장치를 제공하기 위한 것이다.

<28> 즉, 본 발명의 공간 영역의 광결맞음 단층 촬영장치는 첨부도면 도 1을 참조하여 설명하면, 광원(10)을 구성하는 광원으로는 출력 조정이 가능하고 짧은 가간섭성 길이를 가지며 넓은 파장대역을 가진 SLD(SuperLuminiscent Diode)가 사용된다.

<29> 그리고, 광섬유(Optical Fiber: 12)는 광원(10)으로부터 빛을 광섬유 커플러(Optical Fiber Coupler, 18)에 전달하기 위한 것으로, 광섬유로는 다중모드 광섬유가 사용된다. 사용 목적에 따라 즉 사용되는 빛의 파장대에 따라 가시광선, 적외선, 자외선영역의 다중모드 광섬유를 선택적으로 사용 할 수 있다.

<30> 또한, 광섬유 커플러(18)는 광섬유(12)를 통한 빛을 대상(target)과 마이켈슨 간섭계를 이루고 있는 기준거울로 유도하기 위한 것으로, 본 발명에서는 광섬유 커플러의 분할 비율을 대상(target)의 종류에 따라 그 비율을 정하도록 한다. 만약, 50:50의 비율의 광섬유 커플러(18)를 사용한다면 마이켈슨 간섭계의 역반사거울(retro-reflector, 16) 앞에 ND filter(neutral density filter, 14)를 적절하게 사용한다. 이는 역반사거울(16)의 빛의 반사도와 대상(target)의 반사도가 서로 다르기 때문에 반사도를 맞춰주는 것으로 반사도가 같은 때 콘트라스트가 가장 높기 때문이다.

<31> 앞서 설명한 마이켈슨 간섭계의 구성 원리는 광원에서 발사된 빛이 진행하는 방향과 진행하는 방향의 직각 방향으로 50/50 광섬유 커플러(18)에 의해 두 갈래로 나누어지며 직각으로 꺾어진 한 쪽 빔(reference beam)은 역반사거울(16)로, 또 다른 빔(sample arm)은 측정하고자 하는 샘플로 투사된다. 이때 두 빔은 대물렌즈 프로브(Objective Lens Probe: 20)에 의해 포커싱되어 역반사거울과 샘플에 초점을 맺히게 된다. 주의할 점은 역반사거울 표면과 대물렌즈 프로브(20)의 초점이 일치시켜야하나 샘플에서는 대물렌즈 프로브(20)의 초점이 샘플 표면보다 약 200um 정도 앞선 곳에서 초점면이 형성되어야 한다.

<32> 이는 첨부도면 도 2와 도 3에서 나타내 보인 것과 같이 자체상관 신호(autocorrelation signal)와 샘플의 첫 번째 층(예를 들어 커버글래스의 앞면 신호)의 신호가 겹치는 것을 막기 위함이다.

<33> 즉, 기존의 주파수 영역의 광결맞음 단층 촬영장치에서 역반사거울(16) 방면과 샘플 방면의 초점면이 약간의 차이를 두어 자체상관 신호와 첫 번째 층의 신호가 중첩되지 않도록 하는 이유와 같다. 위치한 대물렌즈 프로브(20)의 초점면과 역반사거울(16)과 샘플에서 역산란된 빛은 다시 원래의 광섬유 커플러(18)로 입사되어 다시 만나게 된다. 이때 두 개의 빛 사이에는 빛이 지나온 경로의 차 즉, 광경로차가 발생하게 되는데 이때 광경로차가 빛의 광 결맞음 길이보다 짧으면 밝고 어둠의 주기적인 간섭무늬가 발생하게 된다. 이를 이용하여 시료 표면의 형상이나 물질의 굴절률 측정에 이용된다. 이때 기준거울은 시료로 입사된 후 되반사되어 검출기에 도달한 빛의 기준이 되는 광로정을 만들어주기 위해 사용된다.

<34> 상기 대물렌즈 프로브(20)는 사용 용도에 따라 다른 형태로 설계가 가능하며, 또 목적에 따라 교체된다.

<35> 마이켈슨 간섭계의 대상(target)과 기준거울(16)로부터 반사된 빛이 광섬유 커플러(18)를 다시 통과해 나온 빛을 빔 익스펜더(Beam Expander, 110)를 통해 확장된 후 푸리에 변환 분광기(Fourier Transform Spectrometer, 100)로 입사된다.

<36>

<37> 한편, 푸리에 변환 분광기(100)는 기본적으로 구조는 마이켈슨 간섭계의 구조와 같다.

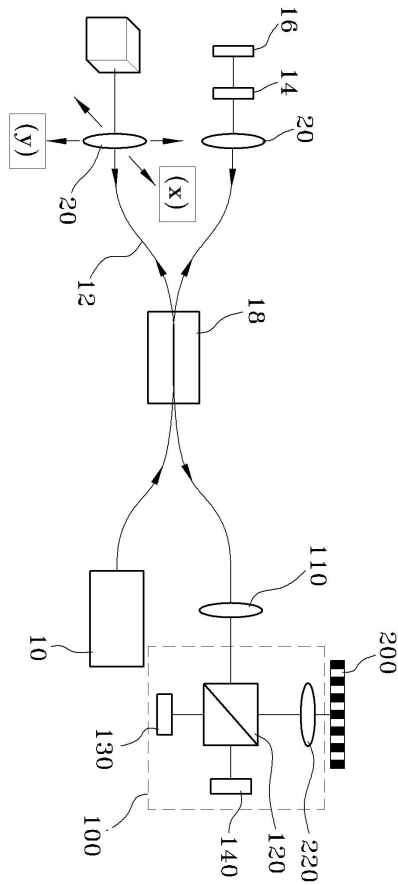
<38> 따라서 공간 영역의 광결맞음 단층 촬영장치는 두 개의 연속된 마이켈슨 간섭계라고 할 수 있으며, 여기서 사용된 푸리에 변환 분광기(Fourier Transform Spectrometer, 100)는 마이켈슨 간섭계처럼 역반사거울(retro-reflector, 130)과 기울어진 거울(140)로 이루어 있으며 빔분배기(Beam Splitter, 120)에 의해 두 개의 거울로 나누어진다. 이 중 기울어진 거울(140)은 기울어져 있어 광경로차를 발생시켜 푸리에 변환 분광기(100)의 두 개의 거울 중 하나의 거울을 기계적인 주사가 없이 대상(target)을 이루고 있는 모든 층에 대한 정보를 얻을 수 있게 한다.



- <10> 140 : 기울어진 거울                      200 : Line CCD 카메라
- <11> 220 : 본체 렌즈

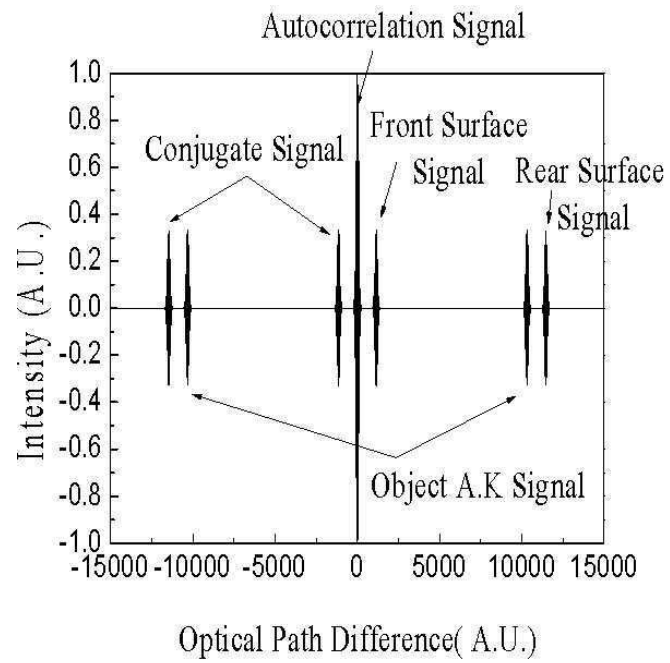
도면

도면1





도면2



도면3

