



(19) 대한민국특허청(KR)
(12) 공개특허공보(A)

(11) 공개번호 10-2012-0036727
(43) 공개일자 2012년04월18일

- | | |
|---|---|
| <p>(51) 국제특허분류(Int. Cl.)
 $G01B\ 9/02$ (2006.01) $A61B\ 5/00$ (2006.01)</p> <p>(21) 출원번호 10-2011-0023278</p> <p>(22) 출원일자 2011년03월16일
 심사청구일자 2011년03월16일</p> <p>(30) 우선권주장
 1020100098444 2010년10월08일 대한민국(KR)</p> | <p>(71) 출원인
 한국전자통신연구원
 대전광역시 유성구 가정로 218 (가정동)</p> <p>(72) 발명자
 송현우
 대전광역시 유성구 대덕대로541번길 68, 102동
 104호 (도룡동, 현대아파트)</p> <p>(74) 대리인
 특허법인이상</p> |
|---|---|

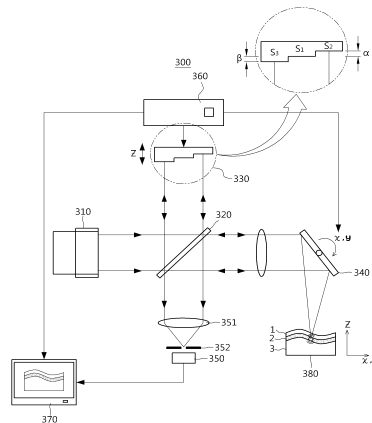
전체 청구항 수 : 총 15 항

(54) 발명의 명칭 **향상된 축방향 콘트라스트를 가지는 광학 간섭 단층 영상 장치 및 이를 위한 다중면을 구비한 기준 반사경**

(57) 요약

향상된 축방향 콘트라스트를 가지는 광학 간섭 단층 영상 장치 및 이를 위한 다중면을 구비한 기준 반사경이 개시된다. 광학 간섭단층 영상 장치에 있어서, 기준 반사경은 적어도 2개 이상의 반사면을 가진 다층 구조의 반사경으로서, 각 반사면에서 반사된 광이 서로 반파장 혹은 그 홀수 배의 위상 차이를 가지도록, 제 1 반사면 및 제 1 반사면과 광원 파장의 1/4 길이 혹은 그 홀수 배의 광 경로 차이를 가지는 적어도 하나 이상의 제 2 반사면을 구비하여 구성된다. 이러한 다중 반사면을 가진 기준 반사경을 이용할 경우에는 광원의 대역폭을 증가시키지 않으므로 광학 부품의 큰 광대역 성능을 요구하지도 않고, 각 간섭 팔에서의 경로에 대한 분산 보상도 요구하지 않는 장점이 있다. 따라서, 이러한 기준 반사경을 이용한 광학 간섭단층 영상 장치는 깊이 방향 콘트라스트가 현저히 향상된 단층 영상을 통해서 각종 정밀 후막 기술이 필요한 제약 산업, 반도체 산업, 플라스틱 소자 산업, 투명 소자 산업, 의료 기기 산업 등에 응용될 수 있다.

대표도 - 도3



이 발명을 지원한 국가연구개발사업

과제고유번호 0

부처명 지식경제부

연구사업명 정보통신산업원천기술개발사업

연구과제명 극한기술 기반 IT 융합 양성자 치료기 핵심 원천 기술 개발

주관기관 한국전자통신연구원

연구기간 2010.03.01 ~ 2011.02.28

특허청구의 범위

청구항 1

광원으로부터 도출된 광을 기준 반사경과 샘플 반사경으로 분파하여 조사하고, 상기 기준 반사경에서 반사된 광과, 상기 샘플 반사경을 거쳐 측정 대상물로부터 반사된 광의 경로차에 의해 발생된 간섭신호를 통하여 측정 대상물의 간섭단층 영상을 획득하는 간섭단층 영상 장치에 있어서,

상기 기준 반사경은

적어도 두 개 이상의 반사면을 가진 다중 반사면 반사경으로서, 각 반사면에서 반사된 광이 서로 반파장 혹은 그 홀수배의 위상 차이를 갖도록 하는 것을 특징으로 하는 광학 간섭단층 영상 장치.

청구항 2

제 1 항에 있어서,

상기 기준 반사경은

제 1 반사면; 및

상기 제 1 반사면과 상기 광원의 중심 파장의 1/4 길이 혹은 그의 홀수 배의 높이 차이를 가지는 적어도 하나 이상의 제 2 반사면을 구비한 것을 특징으로 하는 광학 간섭단층 영상 장치.

청구항 3

제 1 항에 있어서,

상기 기준 반사경은 세개의 반사면을 가지며, 제 1 반사면과 제 2 및 제 3 반사면의 면적비는 상기 간섭 신호의 중심 신호의 광 강도와 첫 번째 미세 변조 신호 광 강도의 비에 비례하여 결정되는 것을 특징으로 하는 광학 간섭단층 영상 장치.

청구항 4

제 1 항에 있어서,

상기 기준 반사경은 적어도 두 개 이상의 반사면을 구비한 단위 패턴들이 상기 기본 반사경의 표면에 분포하는 것에 의해서 구성되는 것을 특징으로 하는 광학 간섭단층 영상 장치.

청구항 5

제 4 항에 있어서,

상기 단위 패턴의 크기는 상기 광원의 중심 파장에 비하여 큰 것을 특징으로 하는 광학 간섭단층 영상 장치.

청구항 6

광원 및 광감지부를 포함하는 광학 간섭 영상 장치로서,

상기 광원으로부터 도출된 광을 진폭 분할하는 광 분파기;

상기 광 분파기로부터 분할된 광을 반사하여, 상기 분할된 광의 반사광을 상기 광감지부로 입사시키는, 다중 반사면을 구비한 기준 반사경;

상기 광 분파기로부터 분할된 광을 측정 대상의 표면으로 조사하며, 상기 측정대상으로부터 반사된 광을 상기 광감지부로 입사시키는, 샘플 반사경; 및

상기 기준 반사경을 상기 분할된 광 경로 축상으로 이동시켜 상기 분할된 광의 반사광 경로를 조절하며, 상기 샘플 반사경을 회전시켜 상기 측정 대상의 표면에 조사되는 광을 이동시키는 제어부를 포함하고,

상기 기준 반사경은

적어도 2개 이상의 반사면을 가진 다층 구조의 반사경으로서, 각 반사면에서 반사된 광이 서로 반과장 혹은 그 홀수배의 위상 차이를 갖도록 하는 것을 특징으로 하는 광학 간섭 영상 장치.

청구항 7

제 6 항에 있어서,

상기 기준 반사경은

제 1 반사면; 및

상기 제 1 반사면과 상기 광원의 중심 파장의 1/4 길이 혹은 그의 홀수 배의 높이 차이를 가지는 적어도 하나 이상의 제 2 반사면을 구비한 것을 특징으로 하는 광학 간섭단층 영상 장치.

청구항 8

제 6 항에 있어서,

상기 기준 반사경은 세개의 반사면을 가지며, 제 1 반사면과 제 2 및 제 3 반사면의 면적비는 상기 간섭 신호의 중심 신호의 광 강도와 첫 번째 미세 변조 신호 광 강도의 비에 비례하여 결정되는 것을 특징으로 하는 광학 간섭단층 영상 장치.

청구항 9

제 6 항에 있어서,

상기 기준 반사경은 적어도 두 개 이상의 반사면을 구비한 단위 패턴들이 상기 기본 반사경의 표면에 분포하는 것에 의해서 구성되는 것을 특징으로 하는 광학 간섭단층 영상 장치.

청구항 10

제 9 항에 있어서,

상기 단위 패턴의 크기는 상기 광원의 중심 파장에 비하여 큰 것을 특징으로 하는 광학 간섭단층 영상 장치.

청구항 11

제 6 항에 있어서,

상기 광 감지부는

상기 기준 반사경과 상기 샘플 반사경으로부터의 광을 집속하는 집속렌즈;

상기 집속렌즈를 거친 광의 광량을 조절하는 조리개; 및

상기 조리개를 거친 광을 검출하는 광 감지기를 포함하여 구성되는 광학 간섭단층 영상 장치.

청구항 12

광원으로부터 도출된 광을 기준 반사경과 샘플 반사경으로 분과하여 조사하고, 상기 기준 반사경에 반사된 광과, 상기 샘플 반사경을 거쳐 측정 대상물로부터 반사된 광의 경로차에 의해 발생된 간섭신호를 통하여 측정 대상물의 간섭단층 영상을 획득하는 간섭단층 영상 장치에 적용되는 기준 반사경으로서,

제 1 반사면; 및

상기 제 1 반사면과 상기 광원의 중심 파장의 1/4 길이 혹은 그의 홀수배의 높이 차이를 가지는 적어도 하나 이상의 제 2 반사면을 구비한 것을 특징으로 하는 기준 반사경.

청구항 13

제 12 항에 있어서,

상기 기준 반사경은 세개의 반사면을 가지며, 제 1 반사면과 제 2 및 제 3 반사면의 면적비는 상기 간섭 신호의 중심 신호의 광 강도와 첫 번째 미세 변조 신호 광 강도의 비에 비례하여 결정되는 것을 특징으로 하는 기준 반

사경.

청구항 14

제 12 항에 있어서,

상기 기준 반사경은 적어도 두 개 이상의 반사면을 구비한 단위 패턴들이 상기 기본 반사경의 표면에 분포하는 것에 의해서 구성되는 것을 특징으로 하는 기준 반사경.

청구항 15

제 14 항에 있어서,

상기 단위 패턴의 크기는 상기 광원의 중심 파장에 비하여 큰 것을 특징으로 하는 기준 반사경.

명세서

기술분야

[0001] 본 발명은 광학 간섭 단층 영상(OCT; Optical Coherence Tomography) 기술에 관한 것으로, 더욱 상세하게는 생체를 포함한 광학적으로 투명한 대상에 대한 깊이 방향의 영상을 얻고자 하는 목적으로, 마이켈슨 간섭계를 구성하여 간섭단층 영상을 얻는 광학 간섭 단층 영상 기술에 있어서 축방향 콘트라스트가 향상된 광학 간섭 단층 영상 장치 및 이에 이용되는 기준 반사경에 관한 것이다.

배경기술

[0002] 광학 간섭단층 영상(OCT; Optical Coherence Tomography) 기술은 마이켈슨 간섭계(Michelson Interferometry)의 구성에서 기준 반사경을 움직이며 측정 대상의 깊이 방향 정보를 담은 광 간섭 신호를 얻고, 샘플 반사경을 스캐닝하여 그 수직한 방향의 광 간섭 신호를 얻어서 2차원(혹은 3차원)의 측정 대상의 간섭단층 영상을 얻는 기술이다.

[0003] 이와 같은 광학 간섭단층 영상 기술은 1991년 미국 MIT 대학의 Fujimoto 그룹에서 제안하여 많은 사람들의 주목을 받았으며(D. Huang, E. A. Swanson, C. P. Lin, J. S. Schuman, W. G. Stinson, W. Chang, M. R. Hee, T. Flotte, K. Gregory, C. A. Puliafito, J. G. Fujimoto, "Optical Coherence Tomography," Science, vol. 254, 1178~1181, Nov. 22, 1991.), 상용화되어 주로 안과용 의료기기로 세계적으로 널리 사용되어 왔다.

[0004] 또한, 광학 간섭단층 영상 시스템의 깊이 방향 신호를 얻기 위해 기준 반사경을 매우 빠른 속도로 움직여 줌으로써 영상 획득 속도를 현저하게 증가시키기 위한 기술들이 개시되기도 하였다(G. Tearney, E. Bouma, J. G. Fujimoto, "Grating based phase control optical delay line," US 6,282,011 B1, Aug. 28, 2001.). 이러한 기술은 기준 반사경을 폴리곤 회전체에 부착하고 광 분파기와 사이에 광 회절기(grating)를 위치시킴으로써 매우 빠른 속도의 광 위상 및 그룹 지연을 가능하도록 하는 것이었다.

[0005] 그리고, 현미경에 사용되던 고전적인 방법을 광학 간섭단층 영상 기술에 도입하여 표면(과 평행한) 방향의 콘트라스트를 증가시키는 기술이 개시 되었다(A. F. Fercher, "Methods and arrangement for increasing contrast in optical coherence tomography by means of scanning an object with a dual beam," US 5,877,856, Mar. 2, 1999.). 이러한 기술은 표면 영상에 있어서 콘트라스트를 향상시킬 수 있는 기술로서 샘플 스캐닝 반사경에 도달하기 전에 미세한 각도로 진폭 분할을 하여 두 개의 광선이 측정 대상에 조사되도록 한다. 측정 대상에 조사된 이들 매우 인접한 두 개의 광선은 서로 반파장 만큼의 경로(위상) 차이를 갖고 서로 상쇄 간섭을 하여 표면 영상의 콘트라스트가 향상된다.

[0006] 한편, 이러한 광학 간섭단층 영상 기술은 각종 정밀 후막 기술이 필요한 제약 산업, 반도체 산업, 플라스틱 소자 산업, 투명 소자 산업, 의료 기기 산업 등에 이용되고 있으며, 이와 같은 산업적인 목적을 달성하기 위해서는 깊이 방향의 높은 분해능을 얻을 수 있도록 하는 것이 필수적이다..

[0007] 깊이 방향의 높은 분해능을 얻기 위해서 매우 넓은 대역의 광원을 개발하는 노력을 여러 연구 그룹에서 지속적으로 기울여 왔다. 광대역 광원을 사용하면 가간섭 길이가 짧아서 측정 대상의 반사면에서 매우 좁은 공간 폭의 간섭 신호를 얻으므로 깊이 방향의 분해능을 높일 수 있다. 이를 위해서 광대역 광원의 선폭이 수백 nm 정도로 매우 큰 광원이 개발되기도 하였다.

- [0008] 그러나, 상술된 광대역 광원의 사용과 함께, 간접계 시스템의 여러 다른 광학 부품이 이렇게 큰 선폭을 동일한 성능으로 지원해 주어야만 예상하는 깊이 방향의 분해능을 결과적으로 얻을 수 있는 것이다.
- [0009] 즉, 광원의 대역폭을 증가시킬 경우에는 광학 간섭단층 영상 시스템의 다른 광학 부품의 큰 광대역 성능이 요구되고, 각 간섭 팔에서의 경로에 대한 분산 보상도 필요하게 된다는 문제점이 있다.

발명의 내용

해결하려는 과제

- [0010] 상기와 같은 문제점을 해결하기 위한 본 발명의 목적은, 생체를 포함한 광학적으로 투명한 측정 대상물의 깊이 방향의 높은 분해능을 얻을 수 있는, 마이켈슨 간섭계를 구성한 광학 간섭 단층 영상 장치를 제공하는데 있다.
- [0011] 상기와 같은 문제점을 해결하기 위한 본 발명의 다른 목적은, 생체를 포함한 광학적으로 투명한 측정 대상물의 깊이 방향의 높은 분해능을 얻을 수 있는, 마이켈슨 간섭계를 구성한 광학 간섭 단층 영상 장치에 적용될 수 있는 다중의 반사면을 구비한 기준 반사경을 제공하는데 있다.

과제의 해결 수단

- [0012] 상기 목적을 달성하기 위한 본 발명의 일 측면은, 광원으로부터 도출된 광을 기준 반사경과 샘플 반사경으로 분과하여 조사하고, 상기 기준 반사경에서 반사된 광과, 상기 샘플 반사경을 거쳐 측정 대상물로부터 반사된 광의 경로차에 의해 발생된 간섭신호를 통하여 측정 대상물의 간섭단층 영상을 획득하는 간섭단층 영상 장치에 있어서, 상기 기준 반사경은 적어도 두 개 이상의 반사면을 가진 다중 반사면 반사경으로서, 각 반사면에서 반사된 광이 서로 반과장 혹은 그 홀수배의 위상 차이를 갖도록 하는 것을 특징으로 하는 광학 간섭단층 영상 장치를 제공한다.
- [0013] 여기에서, 상기 기준 반사경은 제 1 반사면 및 상기 제 1 반사면과 상기 광원의 중심 파장의 1/4 길이 혹은 그 홀수 배의 높이 차이를 가지는 적어도 하나 이상의 제 2 반사면을 구비하도록 구성될 수 있다.
- [0014] 여기에서, 상기 기준 반사경은 세 개의 반사면을 가지며, 제 1 반사면과 제 2 및 제 3 반사면의 면적비는 상기 간섭 신호의 중심 신호의 광 강도와 첫 번째 미세 변조 신호 광 강도의 비에 비례하여 결정될 수 있다.
- [0015] 여기에서, 상기 기준 반사경은 적어도 두 개 이상의 반사면을 구비한 단위 패턴들이 상기 기본 반사경의 표면에 분포하는 것에 의해서 구성될 수 있다. 이때, 상기 단위 패턴의 크기는 상기 광원의 중심 파장에 비하여 크게 구성될 수 있다.
- [0016] 상기 목적을 달성하기 위한 본 발명의 다른 측면은, 광원 및 광감지부를 포함하는 광학 간섭 영상 장치로서, 상기 광원으로부터 도출된 광을 진폭 분할하는 광 분과기, 상기 광 분과기로부터 분할된 광을 반사하여, 상기 분할된 광의 반사광을 상기 광감지부로 입사시키는, 다중 반사면을 구비한 기준 반사경, 상기 광 분과기로부터 분할된 광을 측정 대상의 표면으로 조사하며, 상기 측정대상으로부터 반사된 광을 상기 광감지부로 입사시키는, 샘플 반사경 및 상기 기준 반사경을 상기 분할된 광 경로 축상으로 이동시켜 상기 분할된 광의 반사광 경로를 조절하며, 상기 샘플 반사경을 회전시켜 상기 측정 대상의 표면에 조사되는 광을 이동시키는 제어부를 포함하고, 상기 기준 반사경은 적어도 2개 이상의 반사면을 가진 다중 구조의 반사경으로서, 각 반사면에서 반사된 광이 서로 반과장 혹은 그 홀수배의 위상 차이를 갖도록 하는 것을 특징으로 하는 광학 간섭 영상 장치를 제공한다.
- [0017] 여기에서, 상기 기준 반사경은 제 1 반사면 및 상기 제 1 반사면과 상기 광원의 중심 파장의 1/4 길이 혹은 그 홀수 배의 높이 차이를 가지는 적어도 하나 이상의 제 2 반사면을 구비하도록 구성될 수 있다.
- [0018] 여기에서, 상기 기준 반사경은 세개의 반사면을 가지며, 제 1 반사면과 제 2 및 제 3 반사면의 면적비는 상기 간섭 신호의 중심 신호의 광 강도와 첫 번째 미세 변조 신호 광 강도의 비에 비례하여 결정될 수 있다.
- [0019] 여기에서, 상기 기준 반사경은 적어도 두 개 이상의 반사면을 구비한 단위 패턴들이 상기 기본 반사경의 표면에 분포하는 것에 의해서 구성될 수 있다. 이때, 상기 단위 패턴의 크기는 상기 광원의 중심 파장에 비하여 크게 구성될 수 있다.
- [0020] 여기에서, 상기 광 감지부는 상기 기준 반사경과 상기 샘플 반사경으로부터의 광을 집속하는 집속렌즈, 상기 집속렌즈를 거친 광의 광량을 조절하는 조리개 및 상기 조리개를 거친 광을 검출하는 광 감지기를 포함하여 구성

될 수 있다.

[0021] 상기 다른 목적을 달성하기 위한 본 발명은, 광원으로부터 도출된 광을 기준 반사경과 샘플 반사경으로 분파하여 조사하고, 상기 기준 반사경에 반사된 광과, 상기 샘플 반사경을 거쳐 측정 대상물로부터 반사된 광의 경로 차에 의해 발생된 간섭신호를 통하여 측정 대상물의 간섭단층 영상을 획득하는 간섭단층 영상 장치에 적용되는 기준 반사경으로서, 제 1 반사면 및 상기 제 1 반사면과 상기 광원의 중심 파장의 1/4 길이 혹은 그의 홀수배의 높이 차이를 가지는 적어도 하나 이상의 제 2 반사면을 구비한 것을 특징으로 하는 기준 반사경을 제공한다.

[0022] 여기에서, 상기 기준 반사경은 세개의 반사면을 가지며, 제 1 반사면과 제 2 및 제 3 반사면의 면적비는 상기 간섭 신호의 중심 신호의 광 강도와 첫 번째 미세 변조 신호 광 강도의 비에 비례하여 결정될 수 있다.

[0023] 여기에서, 상기 기준 반사경은 적어도 두 개 이상의 반사면을 구비한 단위 패턴들이 상기 기본 반사경의 표면에 분포하는 것에 의해서 구성될 수 있다. 이때, 상기 단위 패턴의 크기는 상기 광원의 중심 파장에 비하여 크게 구성될 수 있다.

발명의 효과

[0024] 상기와 같은 본 발명에 따른 깊이 방향 영상의 콘트라스트를 향상할 수 있는 광학 간섭단층 영상 장치를 이용할 경우에는, 기준 반사경에 다중의 반사면을 그 표면에 형성하여 각 반사면에서 반사된 광이 서로 반파장 혹은 그 홀수배의 위상 차이를 갖도록 함으로써 측정 대상의 깊이 방향의 영상 콘트라스트를 현저히 향상시킬 수 있다. 이러한 기술은 광원의 대역폭을 증가시켜 얻어진 것이 아니기 때문에 광학 간섭단층 영상 시스템의 다른 광학 부품의 큰 광대역 성능을 요구하지도 않고, 각 간섭 팔에서의 경로에 대한 분산 보상도 요구하지 않는 장점이 있다.

[0025] 따라서, 본 기술은 깊이 방향 콘트라스트가 현저히 향상된 단층 영상을 통해서 각종 정밀 후막 기술이 필요한 제약 산업, 반도체 산업, 플라스틱 소자 산업, 투명 소자 산업, 의료 기기 산업 등에 응용될 수 있다.

도면의 간단한 설명

[0026] 도 1은 종래의 기술에 따른 광학 간섭단층 영상 장치의 구성을 설명하기 위한 개념도이다.

도 2는 종래의 기술에 따른 광학 간섭단층 영상 장치에서 측정대상의 깊이 방향에 따른 광강도 출력 신호 그래프이다.

도 3은 본 발명의 일 실시예에 따른 광학 간섭단층 영상 장치의 구성을 설명하기 위한 개념도이다.

도 4는 본 발명의 실시예에 따른 광학 간섭단층 영상 장치에 적용되는 다중 반사면 기준 반사경의 단면 상세도이다.

도 5는 본 발명의 실시예에 따른 광학 간섭단층 영상 장치에서 사용되는 기준 반사경의 다중 반사면을 구성하는 실시예를 설명하기 위한 개념도이다.

도 6은 본 발명의 실시예에 따른 광학 간섭단층 영상 장치에서 측정대상의 깊이 방향에 따른 광강도 출력 신호 그래프이다.

발명을 실시하기 위한 구체적인 내용

[0027] 본 발명은 다양한 변형을 가할 수 있고 여러 가지 실시예를 가질 수 있는 바, 특정 실시예들을 도면에 예시하고 상세한 설명에 상세하게 설명하고자 한다. 그러나, 이는 본 발명을 특정한 실시 형태에 대해 한정하려는 것이 아니며, 본 발명의 사상 및 기술 범위에 포함되는 모든 변형, 균등물 내지 대체물을 포함하는 것으로 이해되어야 한다. 각 도면을 설명하면서 유사한 참조부호를 유사한 구성요소에 대해 사용하였다.

[0028] 제1, 제2, A, B 등의 용어는 다양한 구성요소들을 설명하는데 사용될 수 있지만, 상기 구성요소들은 상기 용어들에 의해 한정되어서는 안 된다. 상기 용어들은 하나의 구성요소를 다른 구성요소로부터 구별하는 목적으로만 사용된다. 예를 들어, 본 발명의 권리 범위를 벗어나지 않으면서 제1 구성요소는 제2 구성요소로 명명될 수 있고, 유사하게 제2 구성요소도 제1 구성요소로 명명될 수 있다. 및/또는 이라는 용어는 복수의 관련된 기재된 항목들의 조합 또는 복수의 관련된 기재된 항목들 중의 어느 항목을 포함한다.

[0029] 어떤 구성요소가 다른 구성요소에 "연결되어" 있다거나 "접속되어" 있다고 언급된 때에는, 그 다른 구성요소에 직접적으로 연결되어 있거나 또는 접속되어 있을 수도 있지만, 중간에 다른 구성요소가 존재할 수도 있다고 이

해되어야 할 것이다. 반면에, 어떤 구성요소가 다른 구성요소에 "직접 연결되어" 있다거나 "직접 접속되어" 있다고 언급된 때에는, 중간에 다른 구성요소가 존재하지 않는 것으로 이해되어야 할 것이다.

[0030] 본 출원에서 사용한 용어는 단지 특정한 실시예를 설명하기 위해 사용된 것으로, 본 발명을 한정하려는 의도가 아니다. 단수의 표현은 문맥상 명백하게 다르게 뜻하지 않는 한, 복수의 표현을 포함한다. 본 출원에서, "포함하다" 또는 "가지다" 등의 용어는 명세서상에 기재된 특징, 숫자, 단계, 동작, 구성요소, 부품 또는 이들을 조합한 것이 존재함을 지정하려는 것이지, 하나 또는 그 이상의 다른 특징들이나 숫자, 단계, 동작, 구성요소, 부품 또는 이들을 조합한 것들의 존재 또는 부가 가능성을 미리 배제하지 않는 것으로 이해되어야 한다.

[0031] 다르게 정의되지 않는 한, 기술적이거나 과학적인 용어를 포함해서 여기서 사용되는 모든 용어들은 본 발명이 속하는 기술 분야에서 통상의 지식을 가진 자에 의해 일반적으로 이해되는 것과 동일한 의미를 가지고 있다. 일반적으로 사용되는 사전에 정의되어 있는 것과 같은 용어들은 관련 기술의 문맥 상 가지는 의미와 일치하는 의미를 가지는 것으로 해석되어야 하며, 본 출원에서 명백하게 정의하지 않는 한, 이상적이거나 과도하게 형식적인 의미로 해석되지 않는다.

[0032] 이하, 본 발명에 따른 바람직한 실시예를 첨부된 도면을 참조하여 상세하게 설명한다.

[0033] 마이켈슨 간섭계 구성을 가진 광학 간섭단층 영상 장치의 구성

[0034] 도 1은 종래의 기술에 따른 광학 간섭단층 영상 장치의 구성을 설명하기 위한 개념도이다.

[0035] 즉, 도 1에서는, 마이켈슨 간섭계(Michelson interferometry) 구성을 가진 광학 간섭단층 영상 장치(time domain optical coherence tomography system)의 구성이 개시되어 있다.

[0036] 도 1을 참조하면, 종래의 광학 간섭단층 영상 장치(100)는 광대역 광원(110), 광분파기(120), 기준 반사경(130), 샘플 반사경 스캐너(140), 집속렌즈(151), 조리개(152), 광감지기(150), 제어부(160) 및 영상 표시부(170)를 포함하여 구성되고, 측정대상(180)의 영상을 얻도록 구성될 수 있다.

[0037] 먼저, 광대역 광원(110)에서 출력된 광은 광 분파기(120)를 이용하여 진폭 분할하여 기준 반사경(130)과 스캐너, 즉 샘플 반사경(140)으로 각각 보내진다.

[0038] 이들 두 개의 광선(optical beam)은 기준 반사경(130)과 생물 대상(혹은 측정 대상)(180)으로부터 각각 반사되어 다시 광 분파기(120)에서 합쳐지며 집속 렌즈(151)와 조리개(152)를 통해서 광 감지기(150)에서 신호로 검출된다. 즉, 집속렌즈(151), 조리개(152) 및 광감지기(150)는 광감지부를 구성한다.

[0039] 이때, 광 감지기(150)에서 검출되는 신호는 집속 렌즈(151)의 초점(focal point) 근처에 있는 측정 대상(180)에서 반사된 빛의 간섭 광 강도 값이다. 제어부(160)에서 간섭단층 영상을 얻기 위하여 측정 대상(180)의 표면 방향은 샘플 반사경(140)을 포함한 스캐너를 구동시키고, 깊이 방향은 기준 반사경(130)을 구동시키면서 각 위치에서의 간섭 광 강도를 얻음으로 영상 표시부(170)에 단층 영상을 구현할 수 있다.

[0040] 도 2는 종래의 기술에 따른 광학 간섭단층 영상 장치에서 측정대상의 깊이 방향에 따른 광강도 출력 신호 그래프이다.

[0041] 도 1과 도 2를 병행 참조하면, 기준 반사경(130)을 움직임에 따라서 생물 대상(180) 내부의 각각의 반사면(1, 2, 3)에서 강한 간섭 신호(201, 202, 203)를 얻을 수 있음을 알 수 있으며, 광학 간섭단층 영상 장치는 이러한 간섭 신호를 검출하는 것에 의해서 깊이 방향의 영상을 얻게 된다.

[0042] 각 반사면(1, 2, 3)에서의 간섭 신호는 광원(110)의 중심 파장과 대역폭(bandwidth)에 의해서 그 공간 폭이 결정되는데, 이것이 영상의 깊이 방향 분해능을 결정한다. 그리고 각 반사면에서의 간섭 신호를 자세히 보면 미세한 변조를 포함하고 있음을 알 수 있다(210).

[0043] 본 발명에 따른 광학 간섭 단층 영상 장치의 구성

[0044] 도 3은 본 발명의 일 실시예에 따른 광학 간섭단층 영상 장치의 구성을 설명하기 위한 개념도이다.

[0045] 도 3에서 예시된 본 발명에 따른 광학 간섭 단층 영상 장치(300) 또한 광대역 광원(310), 광분파기(320), 기준

반사경(330), 샘플 반사경을 포함한 스캐너(340), 집속렌즈(351), 조리개(352), 광감지기(350), 제어부(360) 및 영상 표시부(370)를 포함하여 구성되어, 측정대상(380)의 영상을 얻도록 구성될 수 있다. 이때, 집속렌즈(351), 조리개(352) 및 광감지기(350)는 광 감지부를 구성하며, 상기 집속렌즈(351)는 상기 기준 반사경과 상기 샘플 반사경으로부터의 광을 집속하고, 상기 조리개(352)는 상기 집속렌즈를 거친 광의 광량을 조절하며, 상기 광 감지기(350)는 상기 조리개를 거친 광을 검출하는 역할을 수행한다.

[0046] 다만, 본 발명에 따른 광학 간섭 단층 영상 장치(300)는 도 1에서 예시한 종래 기술의 광학 간섭단층 영상 장치와 달리, 기준 반사경(330)으로서 다중 반사면 기준 반사경을 포함할 수 있다.

[0047] 즉, 본 발명에 따른 광학 간섭단층 영상 장치에서는 다중의 반사면이 그 표면에 형성된 다중 반사면 반사경(330)을 이용하여, 각 반사면에서 반사된 광이 서로 반파장 혹은 그 홀수배의 위상 차이를 갖도록 함으로써 생물 대상의 깊이 방향의 영상 콘트라스트를 현저히 향상 시키도록 한다.

[0048] 다중 반사면 반사경(330)은 그 단면에 적어도 두 개의 층(도 3에서 예시된 반사경에서는 세개의 층; S_1 , S_2 , S_3 을 가진 것을 예시함)을 가지고 있으며, 다중 반사면 반사경의 단면 구조는 각 층(S_1 , S_2 , S_3)의 두께(높이) 차이가 광원(310)의 중심 파장에 대하여 $1/4$ 길이 혹은 그 홀수배가 되도록 한다. 즉, 이러한 각 층의 두께 차이는 광원으로부터 각 반사면에 도달된 광 또는 각 반사면에서 반사되어 상기 광감지부로 입사되는 광의 경로차이를 발생시킨다.

[0049] 한편, 본 발명의 실시예에서는 상술된 다중 반사면 반사경(330)이 시간 영역 광학 간섭단층 영상 장치에 적용된 경우를 상정하여 설명되었지만, 푸리에 영역 광학 간섭단층 영상(Fourier domain optical coherence tomography) 장치에서도 동일하게 적용이 가능하다.

[0050] 도 4는 본 발명의 실시예에 따른 광학 간섭단층 영상 장치에 적용되는 다중 반사면 기준 반사경의 단면 상세도이다.

[0051] 다중 반사면 반사경(330)은 그 단면에 적어도 두 개의 층을 가지고 있으며, 다중 반사면 반사경의 단면 구조는 각 층의 두께(높이) 차이(α , β)가 광원(100)의 중심 파장에 대하여 $1/4$ 길이 혹은 그 홀수배가 되도록 한다. 즉, 이러한 두께 차이는 광원으로부터 각 반사면에 도달된 광 또는 각 반사면에서 반사되어 상기 광감지부로 입사되는 광의 경로차이를 발생시킨다.

[0052] 이는 아래 수학식 1에 의해서 표현이 가능하다.

[0053] [수학식 1]

$$\alpha \sim \beta \sim n \cdot \frac{\lambda_0}{4}, (n=1, 3, 5 \dots)$$

[0054]

[0055] 도 4에서는 다중 반사면 반사경(330)이 세개의 층(S_1 , S_2 , S_3)을 가진 경우를 예시하고 있다. 즉, 반사면의 개수는 세 개가 되는 것이 바람직한데, 중심 신호를 제외하고 주변의 미세 신호를 대칭적으로 상쇄하도록 하기 위해서 그러하다.

[0056] 또한, 다중 반사면 반사경의 평면 구조에 있어서 각 반사면의 면적비는 중심 신호의 광 강도와 첫 번째 미세 변조 신호 광 강도의 비에 비례하여 결정할 수 있다. 이러한 각 반사면의 면적비를 결정하는 수식의 예시 중 하나는 아래 수학식 2와 같이 표현이 가능하다.

[0057] [수학식 2]

$$\frac{S_2 + S_3}{S_1} \approx \frac{2\Phi_2^2}{1\Phi_1^2}$$

[0058]

[0059] (S_1 , S_2 , S_3 는 각 반사면의 면적비, Φ_1 , Φ_2 는 각각 중심신호의 광 강도와 첫번째 미세변조신호의 광 강도)

[0060] 한편, 상술된 바와 같이 다중 반사면 반사경의 반사면 면적비가 결정되더라도, 광학 간섭단층 영상 장치의 간섭 광선(beam)의 직경에 따라서 실제 반사되는 반사면의 면적비가 달라지는 결과를 가져올 수 있다. 따라서, 간섭 광선의 직경에 따라서 실제 반사되는 반사면의 면적비가 달라지지 않도록 하는 다중 반사면의 구성이 필요할 수 있다.

[0061] 도 5는 본 발명의 실시예에 따른 광학 간섭단층 영상 장치에서 사용되는 기준 반사경의 다중 반사면을 구성하는 실시예를 설명하기 위한 개념도이다.

[0062] 도 5를 참조하면, 본 발명에 따른 다중 반사면 기준 반사경은 면적비를 일정하게 갖춘 단위 패턴(unit pattern; 501)들을 반사경 전체에 반복적으로 골고루 분포시키는 방식으로 구성될 수 있다.

[0063] 즉, 광학 간섭단층 영상 시스템의 간섭 광선(beam)의 직경에 따라서 다중 반사면 반사경(330)의 각 반사면의 면적비가 달라지지 아니하도록, 각 반사면의 면적비를 일정하게 갖춘 단위 패턴들을 반사경 전체에 골고루 분포 하도록 한다.

[0064] 예컨대, 단위 패턴은 상술된 수학식 2 등을 통하여 결정된 각 반사면의 면적비에 대응되도록 각 단위 패턴에 포함된 반사면이 사각형의 형태(510)으로 형성되거나, 원을 나눈 형태(520)로 형성되도록 구성될 수 있다.

[0065] 이러한 반사경은 간섭 광선의 직경에 관계없이(혹은 둔감하게) 다중 반사면 반사경으로 활용할 수 있다. 단, 단위 패턴으로 인한 분산(diffraction)을 방지하기 위하여 단위 패턴의 크기(P_x , P_y)가 광원(100)의 중심 파장(λ)에 비해서 매우 크도록 하는 것이 바람직하다. 이는 하기 수학식 3에 의해서 표현될 수 있다.

[0066] [수학식 3]

$$P_x, P_y \gg \lambda$$

[0067]

[0068] 도 6은 본 발명의 실시예에 따른 광학 간섭단층 영상 장치에서 측정대상의 깊이 방향에 따른 광강도 출력 신호 그래프이다.

[0069] 다중 반사면 반사경(330)에서 첫 번째 반사면(S_1)에서 반사된 신호의 진폭은 두 번째 반사면(S_2)에서 반사된 신호의 진폭과 반파장(혹은 그의 홀수배)의 변위 차이(shift)를 가지고 이들이 서로 간섭하여 간섭 광 강도를 준다.

[0070] 본 발명의 실시 예에 따른 다중 반사면 반사경(330)은 세 개의 위상면을 가진 반사면이며, 모든 반사면에서 반사된 빛의 합이 최종 간섭 광강도($\Phi_{1+2+3}(Z)$)로 나타난다. 중심의 최고점을 제외한 주변의 변조는 모두 상쇄되도록 반사면의 면적을 조절할 수 있다. 특히, 반사면의 개수를 세 개로 구성하는 경우에는, 중심 신호를 제외하고 주변의 미세 신호들이 대칭적으로 상쇄되도록 구성될 수 있다.

[0071] 따라서, 미세한 변조를 포함한 깊이 방향의 선폭이 미세한 변조를 제거한 깊이 방향의 선폭으로 대폭 좁아짐으로 깊이 방향의 분해능을 현저히 높이는 결과를 얻을 수 있다.

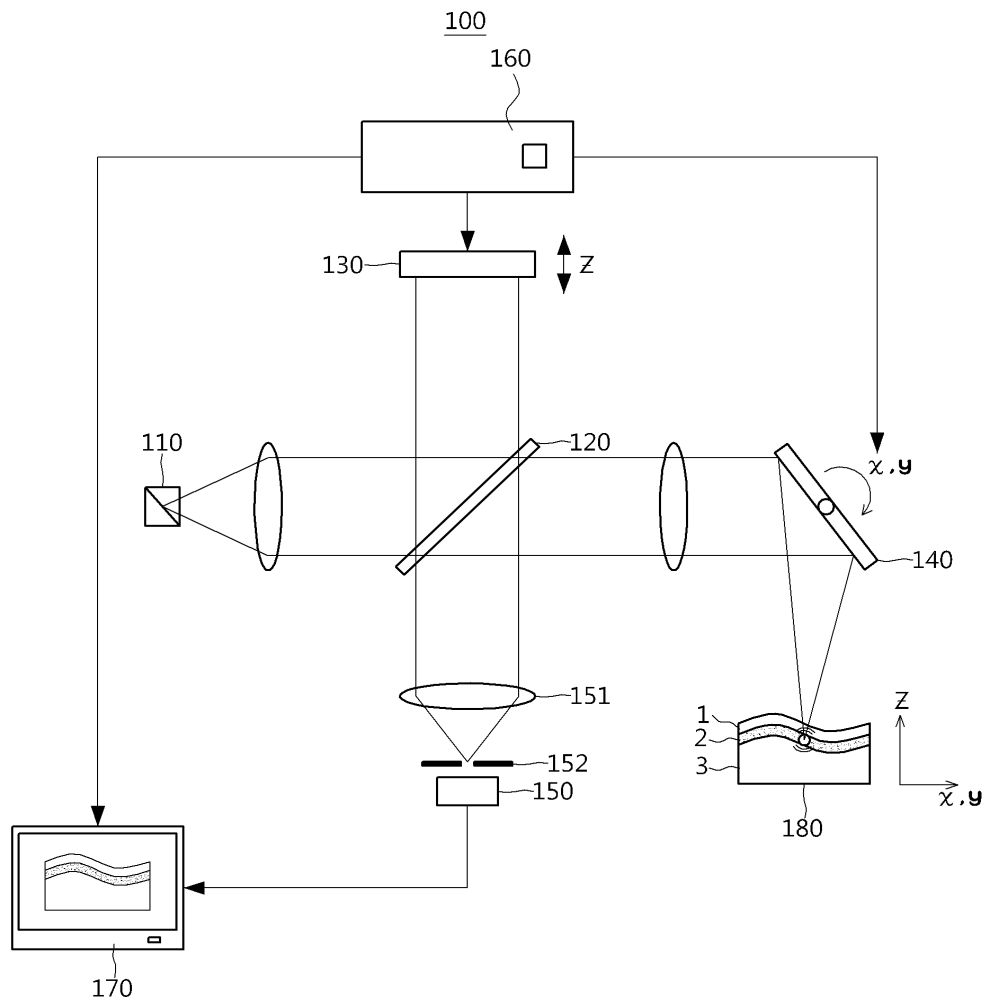
[0072] 상기에서는 본 발명의 바람직한 실시예를 참조하여 설명하였지만, 해당 기술 분야의 숙련된 당업자는 하기의 특허 청구의 범위에 기재된 본 발명의 사상 및 영역으로부터 벗어나지 않는 범위 내에서 본 발명을 다양하게 수정 및 변경시킬 수 있음을 이해할 수 있을 것이다.

부호의 설명

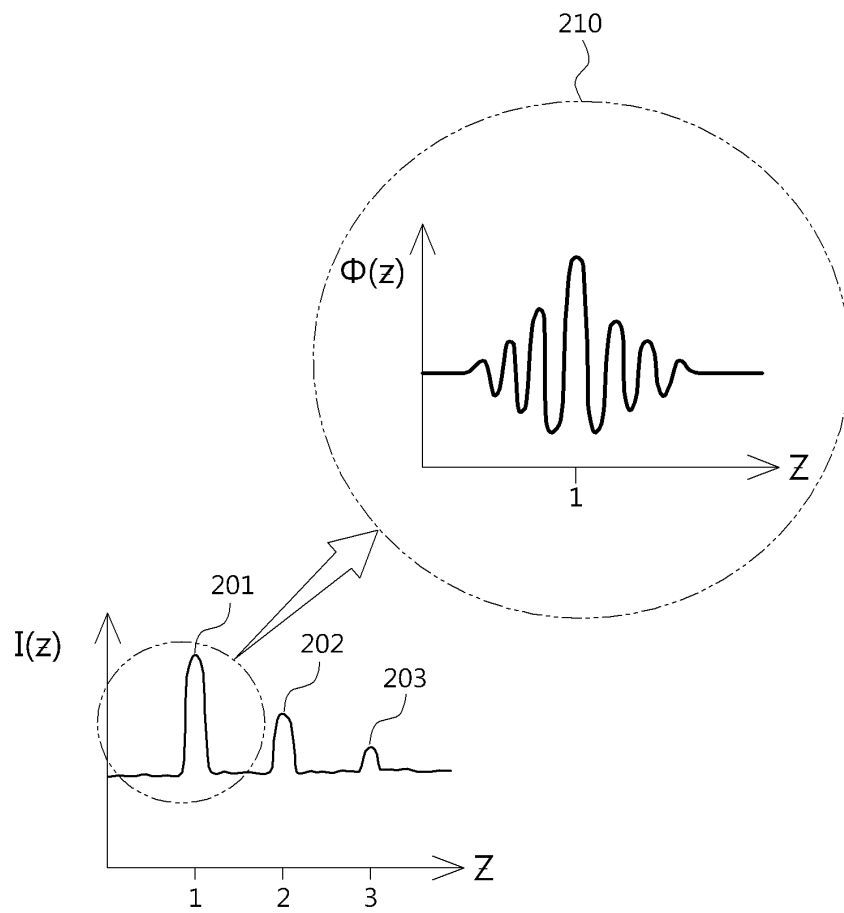
[0073] 300: 광학 간섭단층 영상 장치
 310: 광원 320: 광분파기
 330: 다중 반사면 기준 반사경 340: 샘플 반사경
 350: 광감지기 351: 집속 렌즈
 352: 조리개 360: 제어부
 370: 영상 표시부 380: 측정대상

도면

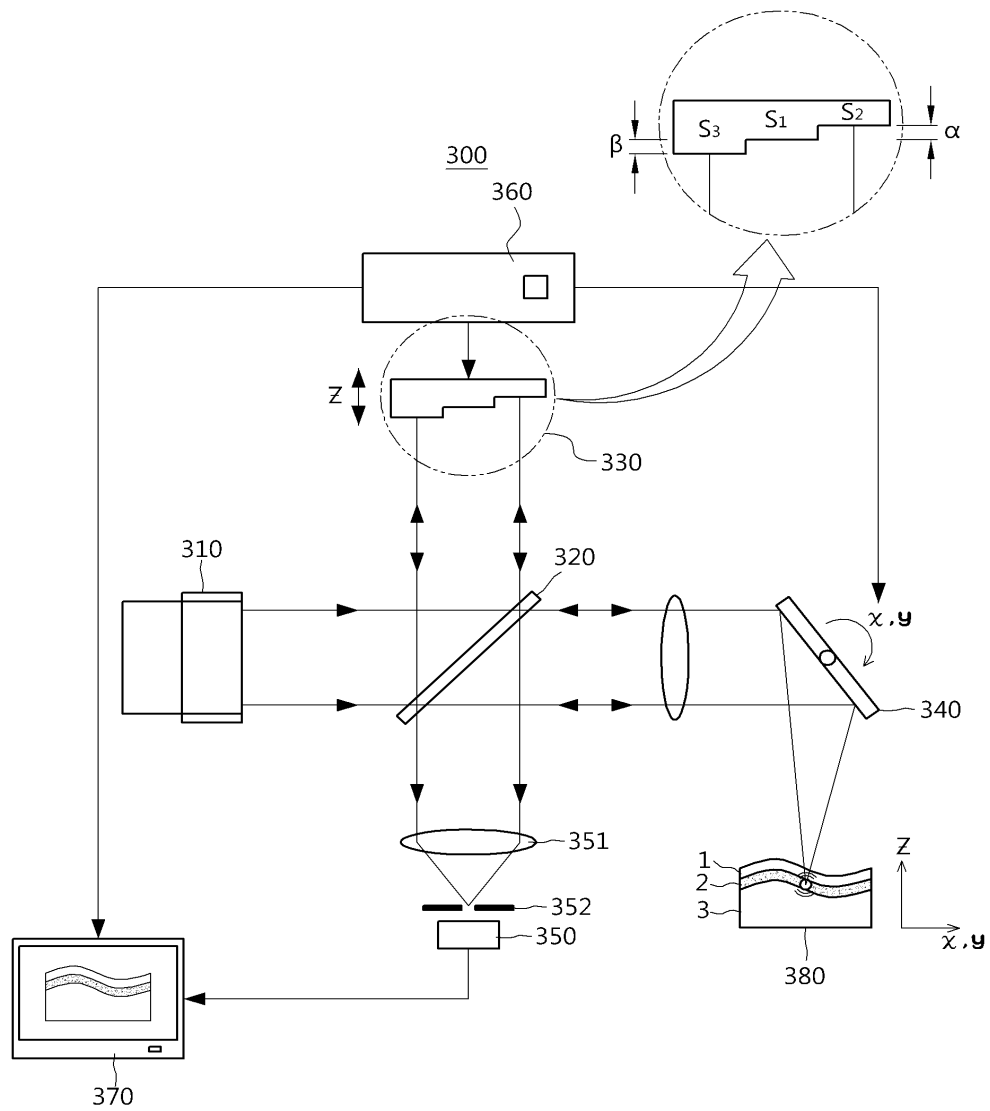
도면1



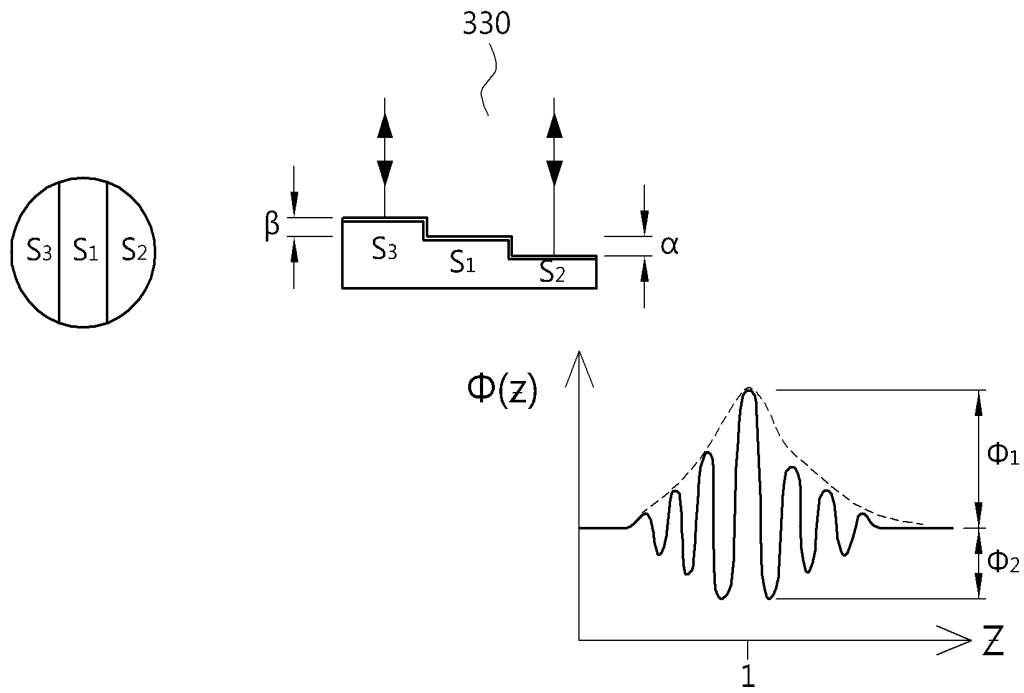
도면2



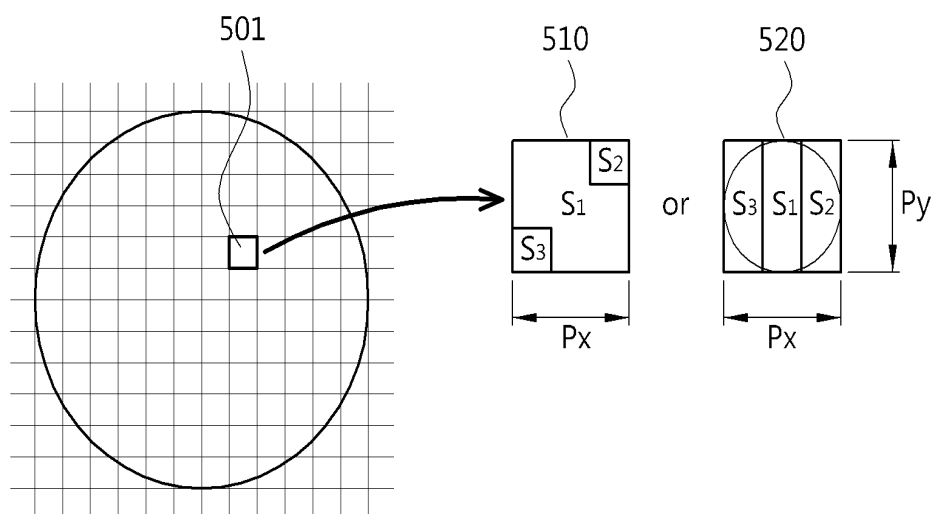
도면3



도면4



도면5



도면6

