(19) 대한민국특허청(KR)
(12) 공개특허공보(A)

(11) 공개번호 10-2016-0111353
(43) 공개일자 2016년09월26일

(51) 국제특허분류(Int. Cl.)
G01N 23/20 (2006.01) *G01B 15/00* (2006.01)
G01N 23/207 (2006.01) *G03H 5/00* (2006.01)
(52) CPC특허분류
G01N 23/20 (2013.01)
G01B 15/00 (2013.01)
(21) 출원번호 10-2016-0117402(분할)
(22) 출원일자 2016년09월12일
심사청구일자 2016년09월12일
(62) 원출원 특허 10-2014-0122290
원출원일자 2014년09월15일
심사청구일자 2014년09월15일

(71) 출원인
기초과학연구원
대전광역시 유성구 유성대로1689번길 70 (전민동,KT대덕2연구센타)
광주과학기술원
광주광역시 북구 첨단과기로 123 (오룡동)
(72) 발명자
이경환
광주광역시 광산구 첨단중앙로181번길 42-5 금호아파트 105-903
김형택
광주광역시 북구 서하로94번길 10 쌍용예가아파트 105-1903
남창희
광주광역시 북구 첨단과기로 123 광주과학기술원 교수아파트 B동 901 호
(74) 대리인
특허법인 대아

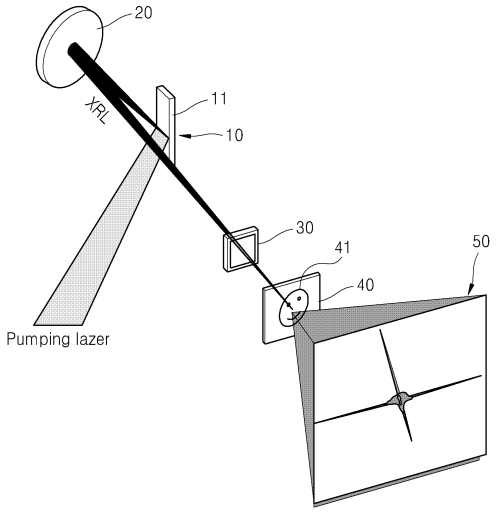
전체 청구항 수 : 총 7 항

(54) 발명의 명칭 **대면적 샘플용 X선 홀로그래피 현미경 측정장치 및 측정방법**

(57) 요 약

본 발명은 대면적 샘플용 X선 홀로그래피 현미경 측정장치 및 측정방법을 개시한다. 개시된 본 발명은 레퍼런스가 없는 샘플의 자기상관(autocorrelation) 신호 획득용 홀로그램 회절 이미지를 얻는 단계; 상기 샘플에 레퍼런스를 추가하여 홀로그램 이미지를 얻는 단계; 2개의 홀로그램을 퓨리에 변환하여 이미지를 비교하는 단계; 2개의 이미지 차를 통하여 숨겨진 샘플 이미지를 복원하는 단계;를 포함한다.

대 표 도 - 도2



(52) CPC특허분류
G01N 23/207 (2013.01)
G03H 5/00 (2013.01)

이 발명을 지원한 국가연구개발사업
과제고유번호 IBS-R012-D1-2014-a00
부처명 미래창조과학부
연구관리전문기관 기초과학연구원
연구사업명 캠퍼스 연구단 연구사업
연구과제명 초강력 레이저를 이용한 상대론 영역의 레이저-물질 상호작용 연구
기 여 율 1/1
주관기관 초강력 레이저 과학 연구단
연구기간 2014.01.01 ~ 2014.12.31

명 세 서

청구범위

청구항 1

특정 파장의 결맞은(coherent) X선을 생성하는 X선 광원부;

상기 생성된 X선이 조사되는 샘플을 거치하는 샘플부; 및

상기 샘플을 통과한 X선을 인가받아 상기 샘플부 내에 레퍼런스의 구비 여부에 따라 상기 X선이 상기 샘플만 통과한 경우와 상기 샘플 및 상기 레퍼런스를 통과한 경우 획득되는 복수의 홀로그램 이미지의 차이를 비교하여 상기 샘플의 이미지를 복원하는 검출부;

를 포함하는 것을 특징으로 하는 X선 홀로그래피 이미징 장치.

청구항 2

제1항에 있어서,

상기 생성된 X선을 수신받아 집속하여 조사하는 집속부; 및

상기 조사된 X선을 인가받아 필요 없는 파장을 필터링하여 상기 샘플부에 전달하는 필터링부;

를 더 포함하는 것을 특징으로 하는 X선 홀로그래피 이미징 장치.

청구항 3

제1항에 있어서,

상기 샘플부는

상기 레퍼런스가 구비되어 있는 경우, 상기 레퍼런스를 패쇄 또는 노출시키는 블록킹 마스크를 더 포함하는 것을 특징으로 하는 X선 홀로그래피 이미징 장치.

청구항 4

제1항에 있어서,

상기 검출부는

상기 레퍼런스가 없는 샘플부와 상기 레퍼런스가 추가된 샘플부에서 각각 획득되는 홀로그램 이미지의 차이를 비교하여 상기 샘플의 이미지를 복원하는 것을 특징으로 하는 X선 홀로그래피 이미징 장치.

청구항 5

(a) 특정 파장의 결맞은(coherent) X선을 생성하여 샘플에 조사하는 단계;

(b) 상기 샘플을 통과한 X선을 인가받아 상기 샘플부 내에 레퍼런스의 구비 여부에 따라 상기 X선이 상기 샘플만 통과한 경우와 상기 샘플 및 상기 레퍼런스를 통과한 경우 홀로그램 이미지를 획득하는 단계;

(c) 상기 획득된 홀로그램 이미지를 퓨리에 변환하고 상기 변환된 이미지를 비교하는 단계; 및

(d) 상기 변환된 이미지의 차이를 이용하여 상기 샘플의 숨겨진 이미지를 복원하는 단계;

를 포함하는 것을 특징으로 하는 X선 홀로그래피 이미징 방법.

청구항 6

제5항에 있어서,

상기 (b) 단계는

상기 샘플부 내에 상기 레퍼런스가 구비되어 있는 경우, 상기 레퍼런스를 패쇄 또는 노출시켜 상기 샘플의 자기상관 신호 획득용 홀로그램 회절 이미지를 획득하는 것을 특징으로 하는 X선 홀로그래피 이미징 방법.

청구항 7

제5항에 있어서,

상기 (b) 단계는

상기 샘플부 내에 상기 레퍼런스가 없는 경우, 상기 샘플부에 상기 레퍼런스를 추가하여 상기 샘플의 자기상관 신호 획득용 홀로그램 회절 이미지를 획득하는 것을 특징으로 하는 X선 홀로그래피 이미징 방법.

발명의 설명

기 술 분 야

[0001] 본 발명은 현미경 측정장치 및 측정방법에 관한 것으로, 더욱 상세하게는 대면적 샘플용 X선 홀로그래피 현미경 측정장치 및 측정방법에 관한 것이다.

배 경 기 술

[0002] X선 퓨리에 변환 홀로그래피는 물체에서 일어나는 회절과 레퍼런스 파와의 간섭을 측정하여 물체를 복원해내는 현미경 측정방법이다.

[0003] 도 1을 참고하면, 결맞음성을 가진 X선 광원(1)이 샘플(2)을 조사하면, 샘플면에 위치한 레퍼런스(3)와 샘플(2)을 통과한 빛의 간섭을 통하여 홀로그램을 형성한다.

[0004] 측정된 홀로그램은 퓨리에 변환을 통하여 샘플의 이미지로 전환되기 때문에 퓨리에 변환 홀로그래피는 높은 분해능, 신뢰성, 신속성의 장점을 갖는다.

[0005] 그런데, 올바른 홀로그래피 이미지 획득을 위해서는 상 분리를 위한 거리 제약 조건을 가지고 있으며, 이를 위해 샘플(2)과 레퍼런스(3) 사이에 거리가 샘플 크기 이상이 되어야 한다.

[0006] 샘플(2)의 크기가 커지면 거리 제약 조건도 비례하여 커지기 때문에 필요한 조사 영역이 샘플의 크기에 비례하여 커진다.

[0007] 이에 주어진 X선 광원을 퓨리에 변환 홀로그래피에 적용하여 대면적 샘플을 관찰하는데 다음과 같은 문제점이 발생한다.

[0008] 거리 제약 조건에 따른 넓은 조사 면적으로 단위 면적당 조도 감소가 발생하며, 이로 인한 분해능 감소 발생 또는 노출 시간 증대가 필요하고, 거리 제약 조건에 의해 홀로그램 획득에 필요한 노출 시간 증대는 엑스선 이미징 시스템의 이용 비용 증가 및 샘플의 변질, 디텍터의 수명 감소 등의 부작용을 발생시킨다.

[0009] 넓은 조사 면적으로 인한 샘플 주변부 및 레퍼런스를 조사하는 엑스선 광원의 결맞음성 저하에 의한 분해능의 감소를 초래한다.

선행기술문헌

특허문헌

[0010] (특허문헌 0001) 특허공개 10-2013-0042191 디스플레이 기판의 결함을 3차원으로 측정하는 디지털 홀로그래픽 현미경 및 이를 이용한 결함 측정 방법

발명의 내용

해결하려는 과제

[0011] 본 발명은 샘플의 자기상관 신호를 제거하여, 레퍼런스와 샘플 사이의 거리 제약 조건을 무력화함으로써, 레퍼런스와 샘플의 거리를 획기적으로 줄일 수 있는 대면적 샘플용 X선 홀로그래피 현미경 측정장치 및 측정방법을 제공한다.

[0012] 또한, 본 발명은 같은 엑스선 조사 범위 내에서, 레퍼런스와 샘플 사이의 거리가 줄어들어 관찰 가능한 샘플의 크기를 증가시킬 수 있도록 한 대면적 샘플용 X선 홀로그래피 현미경 측정방법을 제공한다.

과제의 해결 수단

[0013] 일 실시예에 의한 대면적 샘플용 X선 홀로그래피 현미경 측정장치는, 특정 파장의 X선을 발생시키는 금속판과, 상기 금속판을 여기시키는 펌핑 레이저를 포함하는 X선 광원부; 상기 X선 광원부에서 생성된 광원 중 필요 없는 파장을 필터링하는 필터링부; 필터링된 X선 광원을 조사하도록 샘플이 거치되는 샘플부; 상기 샘플에 조사된 X선 광원으로부터 홀로그램 이미지를 획득하고, 획득된 복수의 홀로그램 이미지 차를 통해 복원된 홀로그램 이미지를 생성하는 검출부;를 포함한다.

[0014] 일 실시예에 따르면, 상기 필터링부는 1nm~100nm의 파장대에서 설정 투과율을 갖는 금속필터를 포함하는 것을 특징으로 한다.

[0015] 일 실시예에 따르면, 상기 샘플부는 블록킹 마스크를 더 포함하는 것을 특징으로 한다.

[0016] 일 실시예에 따르면, 상기 X선 광원부에서 생성된 X선 광원을 집속하는 집속부를 더 포함하는 것을 특징으로 한다.

[0017] 일 실시예에 따른 대면적 샘플용 X선 홀로그래피 현미경 측정방법은, 레퍼런스가 없는 샘플의 자기상관(autocorrelation) 신호 획득용 홀로그램 회절 이미지를 얻는 단계; 상기 샘플에 레퍼런스를 추가하여 홀로그램 이미지를 얻는 단계; 2개의 홀로그램을 퓨리에 변환하여 이미지를 비교하는 단계; 2개의 이미지 차를 통하여 숨겨진 샘플 이미지를 복원하는 단계;를 포함한다.

[0018] 다른 실시예에 따른 대면적 샘플용 X선 홀로그래피 현미경 측정방법은, 레퍼런스가 구비된 샘플을 준비하고, 상기 레퍼런스가 폐쇄된 상태의 샘플로부터 자기상관(autocorrelation) 신호 획득용 홀로그램 회절 이미지를 얻는 단계; 상기 레퍼런스가 노출된 샘플의 홀로그램 이미지를 얻는 단계; 2개의 홀로그램을 퓨리에 변환하여 이미지를 비교하는 단계; 2개의 이미지 차를 통하여 숨겨진 샘플 이미지를 복원하는 단계;를 포함한다.

[0019] 다른 실시예에 따르면, 블록킹 마스크에 의해 레퍼런스를 폐쇄하는 것을 특징으로 한다.

발명의 효과

[0020] 올바른 홀로그래피 이미지 획득을 위해서는 상 분리를 위한 거리 제약 조건이 있으며, 이를 위해 샘플과 레퍼런스 사이의 거리가 샘플 크기 이상이 되어야 한다. 샘플의 크기가 커지면 거리 제약 조건도 비례하여 커지기 때문에 필요한 조사 영역이 샘플의 크기에 비례하여 커진다.

[0021] 본 발명에 따르면, 샘플의 자기상관 신호를 제거하여 레퍼런스와 샘플 사이의 거리 제약 조건을 무력화함으로써 레퍼런스와 샘플의 거리를 획기적으로 줄일 수 있으므로, 대면적 샘플의 측정을 가능케 한다. 또한 기존의 방법에 비하여 동일한 샘플의 홀로그램 이미지 획득에 필요한 노출 시간을 획기적으로 줄이는 것을 가능하게 한다.

도면의 간단한 설명

[0022] 도 1은 일반적인 X선 퓨리에 변환 홀로그래피를 이용한 현미경 측정방법을 도시한 개략도.

도 2는 일반적인 퓨리에 변환 홀로그래피의 측정장치를 도시한 개략도.

도 3은 본 발명의 제1 실시예에 의한 X선 퓨리에 변환 홀로그래피를 이용한 현미경 측정방법을 도시한 흐름도.

도 4는 본 발명의 제2 실시예에 의한 X선 퓨리에 변환 홀로그래피를 이용한 현미경 측정방법을 도시한 흐름도.

도 5는 본 발명에 의한 퓨리에 변환 홀로그래피의 측정 원리를 도시한 개략도.

발명을 실시하기 위한 구체적인 내용

[0023] 이하에서는, 본 발명에 의한 대면적 샘플용 X선 홀로그래피 현미경 측정방법의 실시예를 첨부 도면을 참고하여 설명한다.

[0024] 도 2는 본 발명에 의한 퓨리에 변환 홀로그래피의 측정장치를 도시하고 있다.

[0025] 도 2를 참고하면, 본 발명에 의한 퓨리에 변환 홀로그래피 측정장치는 X선 광원부(10), 집속부(20), 필터링부(30), 샘플부(40), 검출부(50)를 포함한다.

[0026] X선 광원부(10)는 X선 광원(光源)을 생성하여 샘플(41)에 조사하는 토대가 되는 것으로, 특정 파장의 엑스선을 발생시키는 금속판(11)과, 금속판(11)을 여기시킬 수 있는 펌핑 레이저를 포함한다.

[0027] 금속판(11)은 엑스선 광학계가 잘 발달되어 있는 13nm의 파장을 발생시키기 위하여 고순도의 은(Ag)을 사용할 수 있다.

[0028] 집속부(20)는 발생된 X선 광원을 취출 및 집광하여 샘플로 조사하는 역할을 한다. 예컨대, 집속부(20)는 X선 광원으로부터의 빛을 취출하기 위하여 몰리브데늄(Mo)/실리콘(Si) 다층박막 거울을 사용할 수 있고, 빛의 방사(放射)를 집광할 수 있도록 오목렌즈가 적용될 수 있다.

[0029] 필터링부(30)는 샘플(41)로 조사되는 X선 광원 중 본 발명에서 요구되는 파장을 제외한 파장을 필터링해 준다.

[0030] 즉, 필터링부(30)는 원하는 파장 이외의 필요 없는 파장의 광원을 필터링하기 위한 것으로, 1nm~100nm에서 높은 투과율을 갖는 금속필터가 사용될 수 있다. 예컨대 20nm~60nm에서 높은 투과율을 갖는 알루미늄 필터 또는 7~15nm에서 높은 투과율을 갖는 지르코늄 필터(Zr filter)를 포함할 수 있다.

[0031] 샘플부(40)는 측정하고자 하는 샘플이 안착되는 것으로, 레퍼런스가 형성되지 않은 홀로그램 이미지와 레퍼런스가 형성된 홀로그램 이미지를 획득하기 위한 샘플(41)이 안착된다.

[0032] 샘플부(40)는 레퍼런스가 형성된 상태의 샘플로부터 레퍼런스를 가려줄 수 있는 블록킹 마스크(blocking mask, 도 4에 도시)(43)를 포함할 수 있다.

[0033] 검출부(50)는 방사된 X선 광원으로부터 회절 무늬를 만들고, 그 갖가지 공간주파수 위치에 있어서의 방사(放射)의 강도, 기타를 정량적(定量的)으로 측정하게 된다. 이와 같이 측정된 회절 정보를 토대로 홀로그램 이미지를 생성한다.

[0034] 또한, 검출부(50)는 생성된 2개의 홀로그램 이미지를 비교하고, 비교된 이미지 차를 통해 샘플의 복원된 홀로그램 이미지를 생성한다.

[0035] 도 3은 본 발명에 의한 대면적 샘플용 X선 홀로그래피 현미경 측정방법의 제1 실시예를 개략적으로 도시한 도면이고, 도 5는 이러한 방법을 통해 얻는 홀로그램 이미지를 개략적으로 보인 도면이다.

[0036] 도 3 및 도 5를 참고하면, 제1 실시예에 의한 현미경 측정방법은 샘플의 홀로그램 이미지를 획득하는 단계(S11~S16), 홀로그램을 퓨리에 변환하고 변환된 이미지를 비교하는 단계(S17), 샘플 이미지를 복원하는 단계(S18)를 포함한다.

[0037] 샘플의 홀로그램 이미지를 획득하는 단계는 크게 2단계로 이루어진다.

[0038] 즉, 레퍼런스가 없는 샘플을 준비하여 샘플부(40)에 고정시킨 후(S11) 레퍼런스가 없는 샘플의 자기상관(autocorrelation) 신호 획득용 홀로그램 회절 이미지를 얻는 단계(S12)와, 그 샘플을 샘플부로부터 분리하고(S14) 별도의 툴(tool)을 이용하여 레퍼런스를 추가한 후(S15) 레퍼런스가 생성된 샘플의 홀로그램 이미지를 얻는 단계(S16)를 포함한다.

[0039] 홀로그램을 퓨리에 변환하는 단계(S17)에서는, 레퍼런스가 없는 샘플 및 레퍼런스가 있는 샘플의 홀로그램을 각각 퓨리에 수식에 근거하여 변환하고, 변환된 2개의 홀로그램 이미지를 비교하게 된다.

[0040] 샘플 이미지를 복원하는 단계(S18)에서는, 2개의 홀로그램 이미지 차를 통하여 숨겨진 샘플의 이미지를 복원하게 된다.

[0041] 즉, 도 5를 참고하면, 레퍼런스가 형성된 (a) 샘플에 대한 퓨리에 변환을 통해 (c)의 홀로그램 이미지를 얻을 수 있고, 레퍼런스가 형성되지 않은 (b) 샘플에 대한 퓨리에 변환을 통해 (d)의 홀로그램 이미지를 얻을 수 있다. 이후, 검출부에서 (b)의 이미지로부터 (d)의 이미지의 차이를 검출하게 되면 샘플의 숨겨진 이미지를 복원할 수 있는 것이다.

[0042] 이와 같이, 레퍼런스가 형성된 샘플과 레퍼런스가 형성되지 않은 샘플을 이용하여 각각 변환된 홀로그램 이미지 차를 이용함으로써 샘플과 레퍼런스의 거리가 가까워도 샘플의 숨겨진 이미지를 복원할 수 있으며, 이로 인해 샘플의 크기에 대한 제약 조건이 최소화될 수 있는 것이다.

[0043] 도 4는 본 발명에 의한 대면적 샘플용 X선 홀로그래피 현미경 측정방법의 제2 실시예를 개략적으로 도시한 도면이다.

[0044] 도 4 및 도 5를 참고하면, 제2 실시예에 의한 현미경 측정방법은 샘플의 홀로그램 이미지를 획득하는 단계(S21~S25), 홀로그램을 퓨리에 변환하고 변환된 이미지를 비교하는 단계(S26), 샘플 이미지를 복원하는 단계(S27)를 포함하며, 이는 제1 실시예와 유사하다.

[0045] 다만, 제2 실시예에서는 샘플의 홀로그램 이미지를 획득하는 단계에서 제1 실시예와 차이가 있다.

[0046] 즉, 제2 실시예에서는 미리 레퍼런스를 형성한 샘플을 준비하고(S21), 필요에 따라 레퍼런스를 노출시키거나 폐쇄하는 단계가 더 포함된다.

[0047] 예컨대 레퍼런스가 형성된 샘플이 안착되면, 레퍼런스가 노출되지 않도록 블록킹 마스크를 이용하여 레퍼런스를 폐쇄한 후(S21) X선 광원을 조사하여 레퍼런스가 가려진 샘플의 자기상관 신호 획득용 홀로그램 회절 이미지를 얻고(S23), 다음으로 블록킹 마스크(43)를 제거하여 레퍼런스가 노출된 상태에서(S24) X선 광원을 조사하여 그 샘플에 대한 홀로그램 이미지를 얻을 수 있다.(S25)

[0048] 또는, 레퍼런스가 노출된 상태에서 X선 광원을 조사하여 그 샘플에 대해 홀로그램 이미지를 얻은 후, 블록킹 마스크를 이용하여 레퍼런스를 폐쇄한 상태에서 다시 한번 X선 광원을 조사하여 레퍼런스가 가려진 샘플의 자기상관 신호 획득용 홀로그램 회절 이미지를 얻을 수도 있다.

[0049] 그 후, 레퍼런스가 폐쇄된 샘플 및 레퍼런스가 노출된 샘플의 홀로그램을 각각 퓨리에 수식에 근거하여 변환하고(S26), 퓨리에 변환된 2개의 홀로그램 이미지를 비교한 후, 2개의 이미지 차를 통하여 숨겨진 샘플의 이미지를 복원하게 된다(S27).

[0050] 지금까지 본 발명에 따른 대면적 샘플용 X선 홀로그래피 현미경 측정장치 및 측정방법에 관한 구체적인 실시예에 관하여 설명하였으나, 본 발명의 범위에서 벗어나지 않는 한도 내에서는 여러 가지 실시 변형이 가능함은 자명하다.

[0051] 그러므로 본 발명의 범위에는 설명된 실시예에 국한되어서는 안 되며, 후술하는 특허청구범위뿐만 아니라 이 특허청구범위와 균등한 것들에 의해 정해져야 한다.

[0052] 즉, 전술된 실시예는 모든 면에서 예시적인 것이며, 한정적인 것이 아닌 것으로 이해되어야 하며, 본 발명의 범위는 상세한 설명보다는 후술될 특허청구범위에 의하여 나타내어지며, 그 특허청구범위의 의미 및 범위 그리고 그 등가 개념으로부터 도출되는 모든 변경 또는 변형된 형태가 본 발명의 범위에 포함되는 것으로 해석되어야 한다.

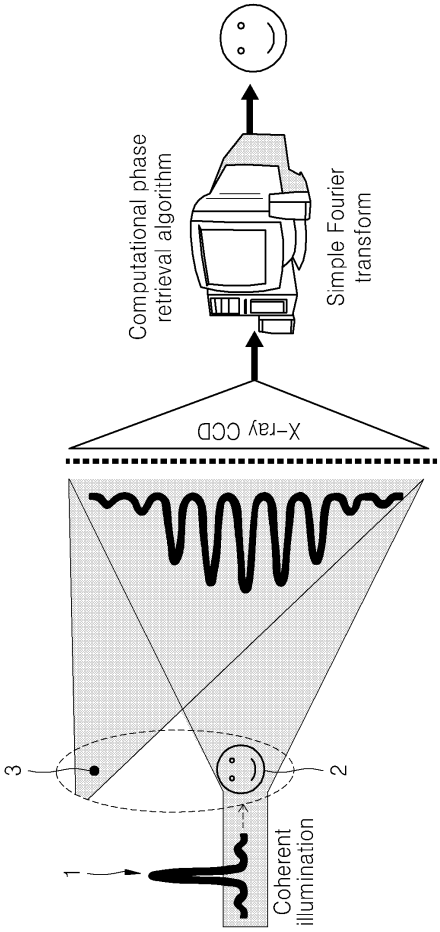
부호의 설명

[0053]

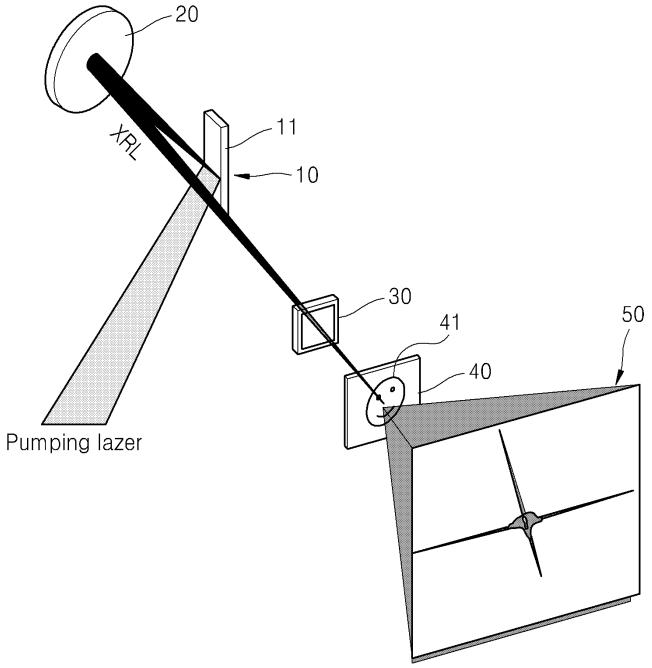
10; X선 광원부	20; 집속부
30; 필터링부	40; 샘플부
41; 샘플	42; 레퍼런스
43; 블록킹 마스크	50; 검출부

도면

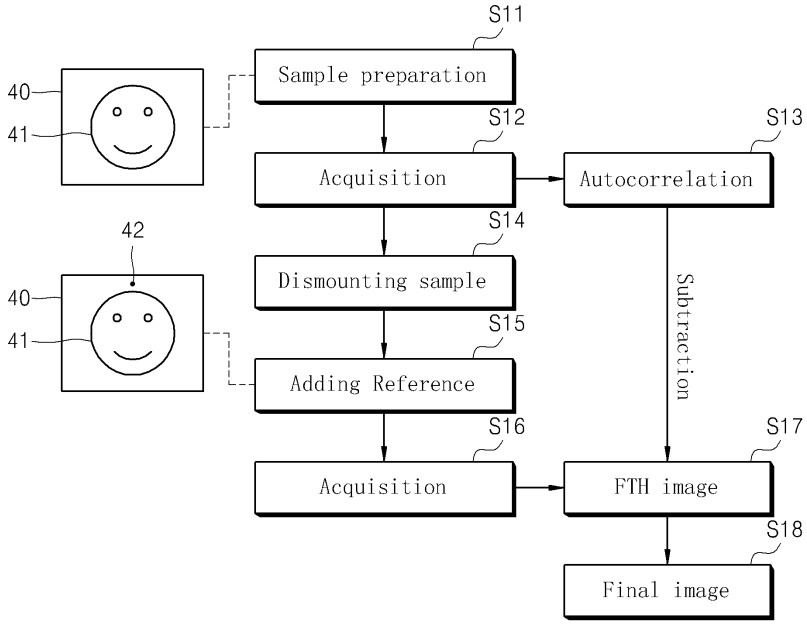
도면1



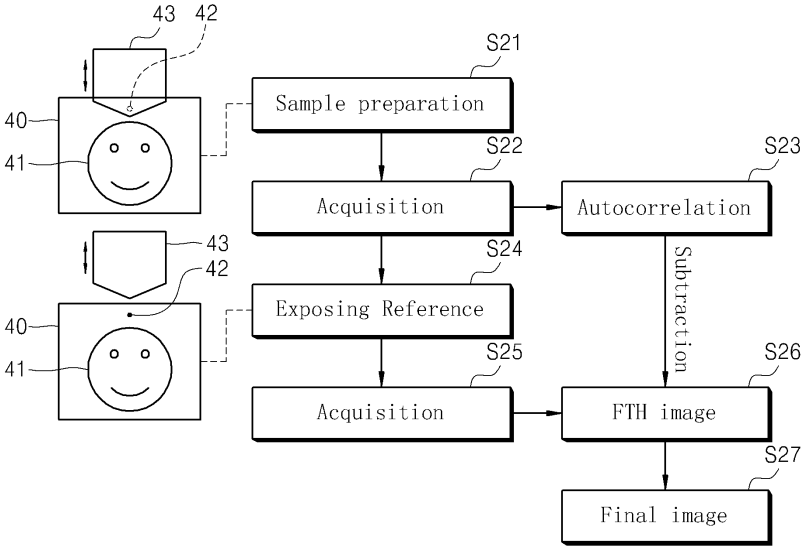
도면2


20
XRL
11
10
30
41
40
50
Pumping lazer

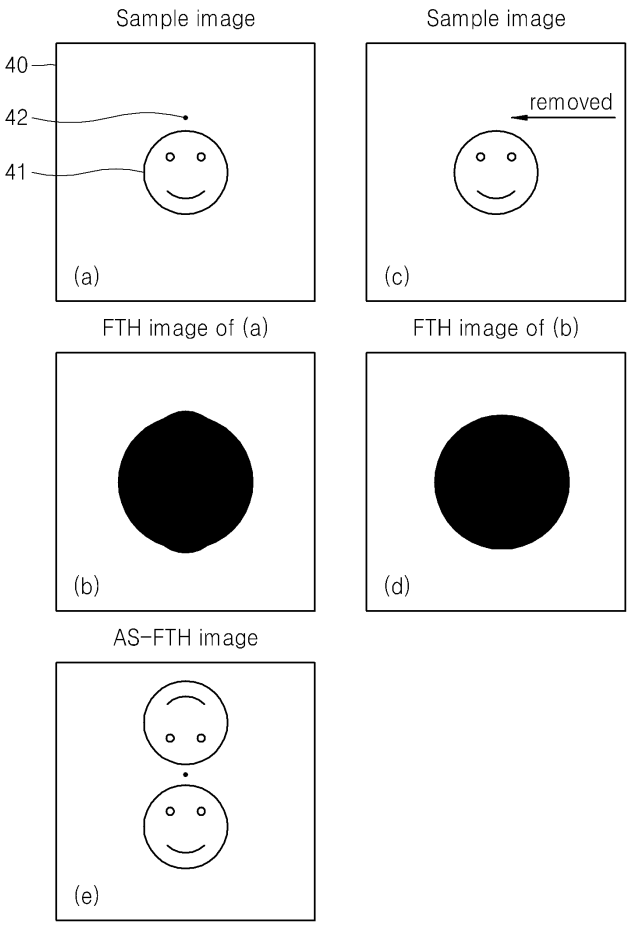
도면3


S11
Sample preparation
40
41
S12
Acquisition
S13
Autocorrelation
42
S14
Dismounting sample
40
41
S15
Adding Reference
Subtraction
S16
Acquisition
S17
FTH image
S18
Final image

도면4


43
42
40
41
S21
Sample preparation
S22
Acquisition
S23
Autocorrelation
43
42
S24
Exposing Reference
Subtraction
40
41
S25
Acquisition
S26
FTH image
S27
Final image

도면5


Sample image
Sample image
40
42
41
removed
(a)
(c)
FTH image of (a)
FTH image of (b)
(b)
(d)
AS-FTH image
(e)