

(12) 특허협력조약에 의하여 공개된 국제출원

(19) 세계지식재산권기구
국제사무국

(43) 국제공개일
2019년 10월 3일 (03.10.2019) **WIPO | PCT**

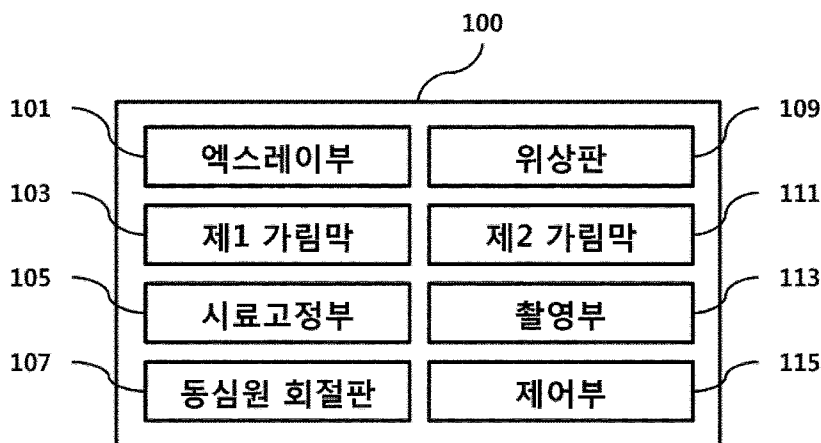


(10) 국제공개번호
WO 2019/190002 A1

- (51) 국제특허분류: *G01N 23/205* (2006.01) *G01N 23/04* (2006.01) 37670 경상북도 포항시 남구 지곡로 253, 102동 507호, Gyeongsangbuk-do (KR).
G01N 23/20008 (2018.01)
- (21) 국제출원번호: PCT/KR2018/008978
- (22) 국제출원일: 2018년 8월 7일 (07.08.2018)
- (25) 출원언어: 한국어
- (26) 공개언어: 한국어
- (30) 우선권정보: 10-2018-0036082 2018년 3월 28일 (28.03.2018) KR
- (71) 출원인: 포항공과대학교 산학협력단 (POSTECH ACADEMY-INDUSTRY FOUNDATION) [KR/KR]; 37673 경상북도 포항시 남구 청암로 77, Gyeongsangbuk-do (KR).
- (72) 발명자: 이상설 (LEE, Sang Sul); 37660 경상북도 포항시 남구 회망대로 520, 108동 502호, Gyeongsangbuk-do (KR). 박재연 (PARK, Jae Yeon); 07920 서울시 양천구 곶달대로3길 33, Seoul (KR). 임준 (LIM, Jun);
- (74) 대리인: 특허법인 지원 (G1 IP LAW FIRM); 08502 서울시 금천구 가산디지털1로 196, 303호, Seoul (KR).
- (81) 지정국 (별도의 표시가 없는 한, 가능한 모든 종류의 국내 권리의 보호를 위하여): AE, AG, AL, AM, AO, AT, AU, AZ, BA, BB, BG, BH, BN, BR, BW, BY, BZ, CA, CH, CL, CN, CO, CR, CU, CZ, DE, DJ, DK, DM, DO, DZ, EC, EE, EG, ES, FI, GB, GD, GE, GH, GM, GT, HN, HR, HU, ID, IL, IN, IR, IS, JO, JP, KE, KG, KH, KN, KP, KW, KZ, LA, LC, LK, LR, LS, LU, LY, MA, MD, ME, MG, MK, MN, MW, MX, MY, MZ, NA, NG, NI, NO, NZ, OM, PA, PE, PG, PH, PL, PT, QA, RO, RS, RU, RW, SA, SC, SD, SE, SG, SK, SL, SM, ST, SV, SY, TH, TJ, TM, TN, TR, TT, TZ, UA, UG, US, UZ, VC, VN, ZA, ZM, ZW.
- (84) 지정국 (별도의 표시가 없는 한, 가능한 모든 종류의 국내 권리의 보호를 위하여): ARIPO (BW, GH, GM, KE, LR, LS, MW, MZ, NA, RW, SD, SL, ST, SZ, TZ, UG, ZM, ZW), 유라시아 (AM, AZ, BY, KG, KZ, RU, TJ, TM), 유럽 (AL, AT, BE, BG, CH, CY, CZ, DE, DK, EE, ES, FI,

(54) Title: X-RAY IMAGING DEVICE

(54) 발명의 명칭: 엑스레이를 이용한 영상 촬영 장치



- 101 ... X-ray unit
103 ... First screen
105 ... Sample fixing unit
107 ... Zone plate
109 ... Phase plate
111 ... Second screen
113 ... Imaging unit
115 ... Control unit

(57) Abstract: The present invention relates to an X-ray imaging device for capturing a synchrotron radiation image at a nanometer resolution without moving a sample of a size of several hundred micrometers by shielding zero-order diffracted light with first and second screens.

(57) 요약서: 본 발명은 제1 및 제2 가림막을 이용하여 엑스레이의 0차 회절광을 차단함으로써, 수백 μm 크기의 시료를 움직이지 않으면서, 나노미터 해상도의 방사광 영상을 촬영하는 엑스레이를 이용한 영상 촬영 장치에 관한 것이다.

[다음 쪽 계속]

FR, GB, GR, HR, HU, IE, IS, IT, LT, LU, LV, MC, MK,
MT, NL, NO, PL, PT, RO, RS, SE, SI, SK, SM, TR), OAPI
(BF, BJ, CF, CG, CI, CM, GA, GN, GQ, GW, KM, ML,
MR, NE, SN, TD, TG).

공개:

— 국제조사보고서와 함께 (조약 제21조(3))

명세서

발명의 명칭: 엑스레이를 이용한 영상 촬영 장치

기술분야

- [1] 본 발명은 엑스레이(X-ray) 방사광을 이용하여 수백 마이크로 크기의 시료를 나노미터 해상도에서 영상화하는 엑스레이를 이용한 영상 촬영 장치에 관한 것이다.

배경기술

- [2] 방사광 나노영상은 강한 방사광을 집속시켜 시료의 표면과 내부를 동시에 관찰하는 영상기술이다. 방사광 집속은 동심원 회절판(Zone Plate), 유리모세관(Glass Capillarity Tube) 또는 복합굴절렌즈(Compound Refractive Lens) 등을 이용한다.
- [3] 강한 방사광은 여러 회절광으로 퍼져나가며, 0차 회절광은 세기가 강하여 영상을 촬영하는 데에 방해가 되기 때문에, 이러한 문제점을 해결하기 위하여, 종래에는 동심원 회절판을 이용하는 엑스레이 영상 촬영 장치에 있어서 0차 회절광을 회피하기 위한 기술들이 개발되었다.
- [4] 비특허문헌 1에는 엑스레이를 렌즈의 중심이 아닌 부분에 위치시켜 0차 회절광을 피하는 방법이 개시되었다. 다만, 비특허문헌 1에 개시된 방법을 이용한 방사광 나노영상은 200 μm 이상의 크기를 가진 시료를 하나의 영상에서 촬영하기 어렵다는 문제가 있다. [(비특허문헌 1) Lim, et al., Large-field high-contrast hard X-ray Zernike phase-contrast nano-imaging beamline at Pohang Light Source. Review of Scientific Instruments 84(1) (2013) 013707]
- [5] 비특허문헌 2에는 시료를 움직이면서 각각의 영상을 촬영하고, 촬영된 각 영상을 이어 붙이는 방법이 개시되었다. 비특허문헌 2에 개시된 방법은 200 μm 이상의 크기를 가진 시료를 촬영할 수 있지만, 시료의 위치를 변경하면서 영상을 촬영하기 때문에, 이어 붙여진 시료의 영상이 왜곡될 수 있는 문제가 있다. [(비특허문헌 2) Lider, X-ray microscopy, Physics-Uspekhi, 60(2) 187-203 (2017)]
- [6] 도 1은 종래의 방법(비특허문헌 2)으로 촬영된 시료의 부분별 영상들을 스티칭하여 획득된 영상의 예시를 도시한 도면이다. 도 1을 참조하면, 시료의 부분별 영상들이 이어 붙여진 경계 부분에서 왜곡이 생기는 것을 알 수 있다.
- [7] 따라서 종래의 기술들의 문제점을 해결하기 위한 영상 촬영 장치의 개발이 필요하다.

발명의 상세한 설명

기술적 과제

- [8] 본 발명은 제1 및 제2 가림막을 이용하여 엑스레이의 0차 회절광을 차단함으로써, 수백 μm 크기의 시료를 움직이지 않으면서, 나노미터 해상도의 방사광 영상을 촬영하는 엑스레이를 이용한 영상 촬영 장치에 관한 것이다.

과제 해결 수단

- [9] 본 발명의 일 실시예에 따른 엑스레이를 이용한 영상 촬영 장치는 고정된 시료를 향해 방출된 엑스레이의 진행방향에 위치하고, 상기 방출된 엑스레이 중 절반의 엑스레이만 상기 시료에 도달하도록 나머지 절반의 엑스레이의 진행을 차단하는 제1 가림막; 상기 방출된 엑스레이의 광축상에 중심이 위치하고, 상기 시료의 일부분을 통과한 엑스레이를 회절시키는 동심원 회절판; 상기 방출된 엑스레이의 진행방향에서 상기 동심원 회절판의 초점거리에 위치하고, 상기 동심원 회절판을 통과한 엑스레이가 통과되는 위상판; 상기 방출된 엑스레이의 진행방향에 위치하고, 상기 위상판을 통과한 엑스레이 중 상기 동심원 회절판에 의해 회절되지 않은 엑스레이의 진행을 차단하는 제2 가림막; 상기 방출된 엑스레이의 진행방향에 위치하고, 상기 위상판을 통과한 엑스레이 중 상기 제2 가림막에 의해 차단되지 않은 엑스레이에 의해 투영된 시료의 영상을 촬영하는 촬영부; 및 상기 제1 가림막 및 제2 가림막을 이동시키고, 상기 엑스레이에 의해 투영된 시료의 영상을 촬영하도록 상기 촬영부를 제어하는 제어부를 포함할 수 있다.
- [10] 상기 제어부는, 상기 제1 가림막과 제2 가림막을 상기 광축에 직교하는 방향으로 이동시킬 수 있다.
- [11] 상기 제1 가림막과 제2 가림막은 평행하게 배치될 수 있다.
- [12] 상기 제어부는, 상기 제1 가림막과 제2 가림막이 초기 위치에 위치할 때 상기 엑스레이에 의해 투영된 시료의 영상인 제1 영상을 촬영한 이후, 상기 광축에 수직인 방향으로 상기 제1 가림막 및 제2 가림막을 이동시키고, 상기 제1 영상에서 촬영되지 않은 시료의 나머지 부분에 대한 제2 영상을 촬영하도록 상기 촬영부를 제어할 수 있다.
- [13] 상기 제어부는, 상기 제1 가림막과 제2 가림막 각각을 상기 광축에 대칭되는 위치로 이동시킬 수 있다.
- [14] 상기 제어부는, 상기 방출된 엑스레이 중 상기 시료에 도달한 절반의 엑스레이의 진행을 차단하도록 상기 제1 가림막을 이동시키고, 상기 제1 가림막이 이동한 방향과 반대 방향으로 상기 제2 가림막을 이동시킬 수 있다.
- [15] 상기 제2 가림막은, 상기 제2 영상 촬영 시, 상기 이동된 제1 가림막에 의해 차단되지 않고 상기 위상판을 통과한 엑스레이 중 상기 동심원 회절판에 의해 회절되지 않은 엑스레이의 진행을 차단하는 위치로 이동될 수 있다.
- [16] 엑스레이를 생성하고, 상기 생성된 엑스레이를 상기 시료를 향해 일직선으로 방출하는 엑스레이부를 더 포함할 수 있다.
- [17] 상기 제어부는, 상기 방출된 엑스레이에 의해 투영된 시료의 영상이 촬영되면, 상기 제1 가림막 및 제2 가림막을 이동시킨 후, 새로운 엑스레이를 방출시키고, 상기 방출된 새로운 엑스레이에 의해 투영된 시료의 영상을 촬영하도록 상기 촬영부를 제어할 수 있다.

- [18] 상기 제어부는, 상기 촬영된 시료의 영상들을 스티칭(Stitching)하여 상기 시료 전체에 대한 하나의 영상을 생성할 수 있다.
- [19] 상기 위상판은, 상기 동심원 회절판의 초점거리에서 상기 방출된 엑스레이의 광축상에 중심이 위치할 수 있다.
- [20] 상기 제1 가림막 및 제2 가림막은 서로 평행할 수 있다.
- [21] 상기 촬영부는, 상기 위상판을 통과한 엑스레이가 통과되어 가시광선으로 전환되는 신틸레이터; 상기 전환된 가시광선을 확대하는 광학 렌즈; 상기 확대된 가시광선이 투영되는 검출판; 및 상기 검출판에 투영된 가시광선의 영상을 촬영하는 카메라를 포함할 수 있다.
- [22] 상기 신틸레이터, 광학 렌즈, 검출판 및 카메라는, 중심이 상기 광축상에 배열될 수 있다.
- [23] 상기 방출된 엑스레이의 진행방향에서 상기 제1 가림막과 동심원 회절판 사이에 위치하고, 상기 시료를 고정시키는 시료고정부를 더 포함할 수 있다.
- [24] 상기 제어부는, 상기 시료고정부를 회전시켜 상기 시료를 회전시킬 수 있다.
- [25] 상기 제2 가림막은, 상기 위상판과 촬영부 사이에서, 상기 위상판을 통과한 엑스레이 중 상기 동심원 회절판에 의해 회절되지 않은 엑스레이만을 차단하는 곳에 위치할 수 있다.

발명의 효과

- [26] 본 발명의 일 실시예에 따른 엑스레이를 이용한 영상 촬영 장치는 가림막들을 이용하여 엑스레이의 0차 회절광을 차단한 후 시료의 영상을 촬영하는 장점이 있다.
- [27] 또한, 가림막들을 이용하여 엑스레이의 0차 회절광을 차단하기 때문에, 200 μ m 이상 1mm 이하의 시료의 영상을 고해상도로 촬영할 수 있는 장점이 있다.
- [28] 또한, 시료를 움직이지 않고 촬영하기 때문에 왜곡되지 않은 대면적 확대영상을 획득할 수 있는 장점이 있다.

도면의 간단한 설명

- [29] 본 발명에 관한 이해를 돕기 위해 상세한 설명의 일부로 포함되는, 첨부 도면은 본 발명에 대한 실시예를 제공하고, 상세한 설명과 함께 본 발명의 기술적 특징을 설명한다.
- [30] 도 1은 종래의 방법으로 촬영된 시료의 부분별 영상들을 스티칭하여 획득된 영상의 예시를 도시한 도면이다.
- [31] 도 2는 본 발명의 일 실시예에 따른 엑스레이를 이용한 영상 촬영 장치의 구성을 간략히 도시한 블록도이다.
- [32] 도 3은 본 발명의 일 실시예에 따른 엑스레이를 이용한 영상 촬영 장치의 예시를 도시한 도면이다.
- [33] 도 4는 본 발명의 일 실시예에 따른 엑스레이를 이용한 영상 촬영 장치를 통해 촬영된 영상의 예시를 도시한 도면이다.

발명의 실시를 위한 최선의 형태

- [34] 본 명세서에서 제1 및/또는 제2 등의 용어는 하나의 구성요소를 다른 구성요소로부터 구별하는 목적으로만 사용된다. 즉, 구성요소들을 상기 용어들에 의해 한정하고자 함이 아니다.
- [35] 본 명세서에서 '포함하다'라는 표현으로 언급되는 구성요소, 특징, 및 단계는 해당 구성요소, 특징 및 단계가 존재함을 의미하며, 하나 이상의 다른 구성요소, 특징, 단계 및 이와 동등한 것을 배제하고자 함이 아니다.
- [36] 본 명세서에서 단수형으로 특정되어 언급되지 아니하는 한, 복수의 형태를 포함한다. 즉, 본 명세서에서 언급된 구성요소 등은 하나 이상의 다른 구성요소 등의 존재나 추가를 의미할 수 있다.
- [37] 다르게 정의되지 않는 한, 기술적이거나 과학적인 용어를 포함하여, 본 명세서에서 사용되는 모든 용어들은 본 발명이 속하는 기술분야에서 통상의 지식을 가진 자(통상의 기술자)에 의하여 일반적으로 이해되는 것과 동일한 의미이다.
- [38] 즉, 일반적으로 사용되는 사전에 정의되어 있는 것과 같은 용어들은 관련 기술의 문맥상 가지는 의미와 일치하는 의미인 것으로 해석되어야 하며, 본 명세서에서 명백하게 정의하지 않는 한, 이상적이거나 과도하게 형식적인 의미로 해석되지 않는다.
- [39] 이하에서는, 첨부된 도면을 참조하여 본 발명의 실시예에 따른 엑스레이를 이용한 영상 촬영 장치에 대해 상세하게 설명한다.
- [40] 도 2는 본 발명의 일 실시예에 따른 엑스레이를 이용한 영상 촬영 장치의 구성을 간략히 도시한 블록도이고, 도 3은 본 발명의 일 실시예에 따른 엑스레이를 이용한 영상 촬영 장치의 예시를 도시한 도면이다.
- [41] 도 2 및 3을 참조하면, 본 발명의 일 실시예에 따른 엑스레이를 이용한 영상 촬영 장치(100)는 엑스레이부(101), 제1 가림막(1st Beam Stopper, 103), 시료고정부(Sample Holder, 105), 동심원 회절판(Zone Plate, 107), 위상판(Zernike Phase Contrast Plate, 109), 제2 가림막(2nd Beam Stopper, 111), 촬영부(113) 및 제어부(115)를 포함할 수 있다.
- [42] 엑스레이부(101)는 제어부(115)에 의해 동작되며, 엑스레이(X-ray)를 발생시키고, 발생된 엑스레이를 시료의 방향으로 방출할 수 있다.
- [43] 예컨대, 제어부(115)에 엑스레이 방출 신호가 입력되면, 제어부(115)는 엑스레이를 발생시키고, 발생된 엑스레이를 방출하도록 엑스레이부(101)를 제어할 수 있다.
- [44] 엑스레이부(101)가 방출한 엑스레이는 시료고정부(105)에 고정된 시료를 향해 일직선으로 진행하며, 방출된 엑스레이의 광축상에 동심원 회절판(107) 및 위상판(109)의 중심이 위치할 수 있다. 즉, 동심원 회절판(107) 및 위상판(109)의 중심은 방출된 엑스레이의 광축상에 나란하게 배열될 수 있다.

- [45] 제1 가림막(103)은 엑스레이부(101)와 시료고정부(105) 사이에서 시료고정부(105)에 고정된 시료를 향해 방출된 엑스레이의 진행방향에 위치할 수 있다. 바람직하게는, 제1 가림막(103)은 엑스레이부(101)와 시료고정부(105) 사이에서, 엑스레이부(101)보다 시료고정부(105)에 더 가까운 곳에 위치할 수 있다.
- [46] 제1 가림막(103)은 방출된 엑스레이 중 절반의 엑스레이만 시료에 도달하도록 나머지 절반의 엑스레이의 진행을 차단할 수 있다.
- [47] 예컨대, 제1 가림막(103)에 의해서 방출된 엑스레이의 광축 아래쪽 절반의 엑스레이의 진행이 차단될 수 있다. 본 예시에서는 제1 가림막(103)은 방출된 엑스레이의 광축 아래쪽 절반의 엑스레이의 진행이 차단되었으나, 이에 국한되는 것은 아니고, 방출된 엑스레이의 절반의 진행을 차단할 수 있는 위치라면 제한 없이 위치할 수 있다.
- [48] 이하에서는 제1 가림막(103)에 의해 방출된 엑스레이의 광축 아래쪽 절반의 엑스레이의 진행이 차단된 경우의 예시를 들어 설명한다.
- [49] 시료고정부(105)는 시료를 고정하며, 필요에 따라 고정된 시료의 위치를 변경시키기 위하여 회전하거나 상하좌우로 움직이도록 제어부(115)의 제어를 받아 회전하거나 상하좌우로 움직일 수 있다.
- [50] 방출된 엑스레이 중 제1 가림막(103)에 의해 진행이 차단되지 않은 절반의 엑스레이는 시료(201)를 통과할 수 있다. 예컨대, 제1 가림막(103)에 의해 진행이 차단되지 않은 엑스레이의 광축 위쪽 절반의 엑스레이가 시료(201)에 도달하여, 시료(201)를 통과할 수 있다.
- [51] 동심원 회절판(107)은 시료고정부(105)와 위상판(109) 사이에서 방출된 엑스레이의 진행방향에 위치하여, 시료(201)를 통과한 엑스레이를 회절시킬 수 있다.
- [52] 동심원 회절판(107)의 중심은 방출된 엑스레이의 광축상에 위치하며, 동심원 회절판(107)의 초점거리에는 위상판(109)이 위치하여, 동심원 회절판(107)을 통과한 엑스레이는 위상판(109)에 집속될 수 있다.
- [53] 동심원 회절판(107)을 통과한 엑스레이에 회절이 일어나면, 0차 회절광은 방출된 엑스레이의 진행방향으로 진행하지만, 0차 회절광을 제외한 회절광들은 회절에 의해 방출된 엑스레이의 진행방향과 상이한 방향으로 진행한다.
- [54] 예컨대, 0차 회절광은 회절되지 않으므로 방출된 엑스레이의 광축 위쪽에서 방출된 엑스레이의 진행방향으로 계속 진행되지만, 0차 회절광을 제외한 나머지 회절광들은 방출된 엑스레이의 광축 아래쪽으로 회절되어 진행한다.
- [55] 위상판(109)은 방출된 엑스레이의 진행방향에서 동심원 회절판(107)의 초점거리에 위치하며, 동심원 회절판(107)을 통과한 엑스레이는 위상판(109)에 집속될 수 있다.
- [56] 제2 가림막(111)은 위상판(109)과 촬영부(113) 사이에 위치하여, 위상판(109)을 통과한 엑스레이 중 회절되지 않고 방출된 엑스레이의 진행방향으로 진행하는

엑스레이의 진행을 차단할 수 있다.

- [57] 바람직하게는, 제2 가림막(111)은 위상판(109)과 촬영부(113) 사이에서, 위상판(109)을 통과한 엑스레이 중 동심원 회절판(107)에 의해 회절되지 않은 엑스레이만을 차단하는 곳에 위치할 수 있다.
- [58] 예컨대, 제2 가림막(111)이 회절되지 않은 0차 회절광뿐만 아니라 나머지 회절광들의 진행을 차단하면, 촬영부(113)에서 촬영된 시료의 제1 영상에 영향을 미칠 수 있기 때문에, 제2 가림막(111)은 회절되지 않은 0차 회절광만을 차단하는 곳에 위치하는 것이 바람직하다.
- [59] 즉, 본 발명의 일 실시예에 따른 영상 촬영 장치(100)는 제1 가림막(103)을 이용하여 방출된 엑스레이 중 일부를 차단하고, 제2 가림막(111)을 이용하여 회절된 엑스레이의 0차 회절광을 차단할 수 있다. 따라서 0차 회절광이 차단되기 때문에, 영상 촬영 장치(100)는 시료의 크기 제한이나 0차 회절광을 회피하기 위한 시료(201)의 위치 변경이 필요하지 않게 되어, 시료(201)에 대한 고해상도의 대면적 확대 영상을 촬영할 수 있다.
- [60] 촬영부(113)는 방출된 엑스레이가 진행하는 일직선상에 위치하고, 제2 차단막(111)에 의해 진행이 차단되지 않은 엑스레이에 의해 투영된 시료(201)의 제1 영상을 촬영할 수 있다.
- [61] 촬영부(113)는 방출된 엑스레이의 진행방향에 위치하며, 신틸레이터(Scintillator, 203), 광학 렌즈(Optical lens, 205), 검출판(Detector, 207) 및 카메라(미도시)를 포함할 수 있다.
- [62] 위상판(109)을 통과한 엑스레이는 신틸레이터(203)를 통과하여 가시광선으로 전환되고, 전환된 가시광선은 광학 렌즈(205)를 통해 확대되고, 확대된 가시광선은 검출판(207)에 투영되며, 카메라(미도시)는 투영된 가시광선의 영상을 촬영할 수 있다.
- [63] 제어부(115)는 촬영부(113)의 카메라에서 엑스레이에 의해 투영된 시료의 제1 영상이 촬영되면, 제1 가림막(103) 및 제2 가림막(111)의 위치를 방출된 엑스레이의 광축에 직교하는 방향으로 이동시킬 수 있다.
- [64] 즉, 제어부(115)는 제1 영상이 촬영되면, 제1 가림막(103)을 방출된 엑스레이 중 시료에 도달했던 절반의 엑스레이의 진행을 차단하는 위치로 이동시킬 수 있다. 그리고 제어부(115)는 제2 가림막(111)을 제1 가림막(103)이 이동한 방향과 반대 방향으로 이동시켜, 제2 영상 촬영 시, 이동된 제1 가림막(103)에 의해 차단되지 않고 위상판을 통과한 엑스레이 중 동심원 회절판에 의해 회절되지 않은 엑스레이의 진행을 차단하는 위치로 이동시킬 수 있다.
- [65] 예컨대, 제어부(115)는 제1 가림막(103)을 방출된 엑스레이의 광축 아래쪽 절반의 엑스레이의 진행을 차단하는 위치에서, 방출된 엑스레이의 광축 위쪽 절반의 엑스레이의 진행을 차단하는 위치로 수직 이동시킬 수 있다. 또한, 제어부(115)는 제2 가림막(111)을 방출된 엑스레이의 광축 위쪽에서 진행하는 0차 회절광의 진행을 차단하는 위치에서, 방출된 엑스레이의 광축 아래쪽

절반의 진행을 차단하는 위치로 수직 이동시킬 수 있다.

[66] 제어부(115)는 제1 가림막(103) 및 제2 가림막(111)을 방출된 엑스레이의 광축에 대칭되는 위치로 이동시킨 후, 엑스레이부(101)를 동작시켜 새로운 엑스레이를 발생시키고, 발생된 새로운 엑스레이를 방출시킬 수 있다.

[67] 그 후, 제어부(115)는 촬영부(113)를 제어하여 방출된 새로운 엑스레이에 의해 투영된 시료(201)의 제2 영상을 촬영시킬 수 있다.

[68] 예컨대, 방출된 제1 엑스레이에 의해 투영된 시료(201)의 일부분의 제1 영상이 촬영된 후, 제어부(115)는 제1 가림막(103) 및 제2 가림막(111)의 위치를 수직 이동시킨 후, 엑스레이부(101)를 동작시켜 제1 엑스레이와 동일한 제2 엑스레이를 발생시키고, 발생된 제2 엑스레이를 방출시킬 수 있다. 그리고 제어부(115)는 촬영부(113)를 동작시키고, 촬영부(113)는 위치가 변경된 제1 가림막(103) 및 제2 가림막(111)에 기반하여, 방출된 제2 엑스레이에 의해 투영된 시료(201)의 나머지 부분의 제2 영상을 촬영할 수 있다.

[69] 촬영된 시료(201)의 제1 영상 및 제2 영상은 시료(201)의 일부분과 나머지 부분이 각각 촬영된 것이므로, 제어부(115)는 제1 영상 및 제2 영상을 스티칭(Stitching)하여, 시료(201) 전체에 대한 하나의 대면적 확대 영상을 생성할 수 있다.

[70] 제어부(115)는 시료(201)의 제2 영상이 촬영된 후, 제1 가림막(103) 및 제2 가림막(111)을 초기 위치(제1 영상이 촬영될 때의 위치)로 이동시킬 수 있다.

[71] 예컨대, 제어부(115)는 제1 가림막(103)을 방출된 엑스레이 중 광축 아래쪽 절반의 엑스레이의 진행을 차단하는 위치로 이동시키고, 제2 가림막(111)을 방출된 엑스레이의 광축 위쪽에서 진행하는 0차 회절광의 진행을 차단하는 위치로 이동시킬 수 있다.

[72] 본 발명의 일 실시예에 따른 영상 촬영 장치(100)는 제1 가림막(103) 및 제2 가림막(111)의 위치에 따라, 시료(201)의 절반 아랫부분의 영상 및 시료(201)의 절반 윗부분의 영상들을 각각 촬영함으로써, 고해상도의 영상들을 각각 획득한 후, 획득된 영상들을 결합(스티칭)하여 시료에 대한 고해상도 대면적 확대 영상을 획득할 수 있다.

[73] 도 4는 본 발명의 일 실시예에 따른 엑스레이를 이용한 영상 촬영 장치를 통해 촬영된 영상의 예시를 도시한 도면이다.

[74] 구체적으로 도 4a는 촬영된 제1 영상(301)을 도시한 도면이고, 도 4b는 촬영된 제2 영상(303)을 도시한 도면이고, 도 4c는 촬영된 제1 영상(301) 및 제2 영상(303)을 이어 붙인 전체 영상(305)을 도시한 도면이다.

[75] 도 4를 참조하면, 본 발명의 일 실시예에 따른 영상 촬영 장치(100)는 제1 가림막(103) 및 제2 가림막(111)의 위치에 따라, 제1 영상(301) 및 제2 영상(303)을 촬영할 수 있다.

[76] 제1 영상(301)은 전체 영상(305)에서 절반 윗부분에 해당하는 영상으로, 제1 가림막(103)이 방출된 엑스레이 중 광축 아래쪽 절반의 진행을 차단하는 위치에

있고, 제2 가림막(111)이 방출된 엑스레이의 광축 위쪽에서 진행하는 0차 회절광의 진행을 차단하는 위치에 있을 때 촬영된 영상이다.

[77] 반대로, 제2 영상(303)은 전체 영상(305)에서 절반 아랫부분에 해당하는 영상으로, 제1 가림막(103) 및 제2 가림막(111)의 위치가 제어부(115)에 의해 수직 이동되어, 제1 가림막(103)이 방출된 엑스레이의 광축 위쪽 절반의 진행을 차단하는 위치에 있고, 제2 가림막(111)이 방출된 엑스레이의 광축 아래쪽에서 진행하는 0차 회절광의 진행을 차단하는 위치에 있을 때 촬영된 영상이다.

[78] 전체 영상(305)은 360 μ m 크기의 시료를 촬영한 영상으로, 제어부(115)가 제1 영상(301) 및 제2 영상(303)을 이어 붙임으로써, 획득된 영상이다.

[79] 전체 영상(305)과 도 1의 촬영된 영상들을 비교하면, 영상 촬영 장치(100)를 통해 촬영된 시료의 영상은 종래의 기술들을 이용하여 촬영된 시료의 영상들에 비해 고해상도이며, 왜곡이 거의 없는 것을 알 수 있다.

[80] 따라서 본 발명의 일 실시예에 따른 영상 촬영 장치(100)는 시료 크기의 제한이 없고, 왜곡이 거의 없는 고해상도의 영상을 촬영할 수 있는 장점이 있다.

[81] 비록 본 명세서에서의 설명은 예시적인 몇 가지 양상으로 나타났지만, 다양한 수정이나 변경이 후술되는 특허청구범위에 의해 정의되는 범주로부터 이루어질 수 있으며, 본 발명의 기술적인 보호범위는 다음의 특허청구범위에 의하여 정해져야 할 것이다.

청구범위

- [청구항 1] 고정된 시료를 향해 방출된 엑스레이의 진행방향에 위치하고, 상기 방출된 엑스레이 중 절반의 엑스레이만 상기 시료에 도달하도록 나머지 절반의 엑스레이의 진행을 차단하는 제1 가림막;
상기 방출된 엑스레이의 광축상에 중심이 위치하고, 상기 시료의 일부분을 통과한 엑스레이를 회절시키는 동심원 회절판;
상기 방출된 엑스레이의 진행방향에서 상기 동심원 회절판의 초점거리에 위치하고, 상기 동심원 회절판을 통과한 엑스레이가 통과되는 위상판;
상기 방출된 엑스레이의 진행방향에 위치하고, 상기 위상판을 통과한 엑스레이 중 상기 동심원 회절판에 의해 회절되지 않은 엑스레이의 진행을 차단하는 제2 가림막;
상기 방출된 엑스레이의 진행방향에 위치하고, 상기 위상판을 통과한 엑스레이 중 상기 제2 가림막에 의해 차단되지 않은 엑스레이에 의해 투영된 시료의 영상을 촬영하는 촬영부; 및
상기 제1 가림막 및 제2 가림막을 이동시키고, 상기 엑스레이에 의해 투영된 시료의 영상을 촬영하도록 상기 촬영부를 제어하는 제어부를 포함하는,
엑스레이를 이용한 영상 촬영 장치.
- [청구항 2] 제1항에 있어서,
상기 제어부는,
상기 제1 가림막과 제2 가림막을 상기 광축에 직교하는 방향으로 이동시키고,
상기 제1 가림막과 제2 가림막은 평행하게 배치된,
엑스레이를 이용한 영상 촬영 장치.
- [청구항 3] 제1항에 있어서,
상기 제어부는,
상기 제1 가림막과 제2 가림막이 초기 위치에 위치할 때 상기 엑스레이에 의해 투영된 시료의 영상인 제1 영상을 촬영한 이후,
상기 광축에 수직인 방향으로 상기 제1 가림막 및 제2 가림막을 이동시키고, 상기 제1 영상에서 촬영되지 않은 시료의 나머지 부분에 대한 제2 영상을 촬영하도록 상기 촬영부를 제어하는,
엑스레이를 이용한 영상 촬영 장치.
- [청구항 4] 제3항에 있어서,
상기 제어부는,
상기 제1 가림막과 제2 가림막 각각을 상기 광축에 대칭되는 위치로 이동시키는,
엑스레이를 이용한 영상 촬영 장치.

- [청구항 5] 제3항에 있어서,
상기 제어부는,
상기 방출된 엑스레이 중 상기 시료에 도달한 절반의 엑스레이의 진행을 차단하도록 상기 제1 가림막을 이동시키고,
상기 제1 가림막이 이동한 방향과 반대 방향으로 상기 제2 가림막을 이동시키는,
엑스레이를 이용한 영상 촬영 장치.
- [청구항 6] 제5항에 있어서,
상기 제2 가림막은,
상기 제2 영상 촬영 시, 상기 이동된 제1 가림막에 의해 차단되지 않고
상기 위상판을 통과한 엑스레이 중 상기 동심원 회절판에 의해 회절되지 않은 엑스레이의 진행을 차단하는 위치로 이동된,
엑스레이를 이용한 영상 촬영 장치.
- [청구항 7] 제1항에 있어서,
엑스레이를 생성하고, 상기 생성된 엑스레이를 상기 시료를 향해
일직선으로 방출하는 엑스레이부를 더 포함하는,
엑스레이를 이용한 영상 촬영 장치.
- [청구항 8] 제1항에 있어서,
상기 제어부는,
상기 방출된 엑스레이에 의해 투영된 시료의 영상이 촬영되면, 상기 제1
가림막 및 제2 가림막을 이동시킨 후,
새로운 엑스레이를 방출시키고, 상기 방출된 새로운 엑스레이에 의해
투영된 시료의 영상을 촬영하도록 상기 촬영부를 제어하는,
엑스레이를 이용한 영상 촬영 장치.
- [청구항 9] 제8항에 있어서,
상기 제어부는,
상기 촬영된 시료의 영상들을 스티칭(Stitching)하여 상기 시료 전체에
대한 하나의 영상을 생성하는,
엑스레이를 이용한 영상 촬영 장치.
- [청구항 10] 제1항에 있어서,
상기 위상판은,
상기 동심원 회절판의 초점거리에서 상기 방출된 엑스레이의 광축상에
중심이 위치한,
엑스레이를 이용한 영상 촬영 장치.
- [청구항 11] 제1항에 있어서,
상기 제1 가림막 및 제2 가림막은 서로 평행한,
엑스레이를 이용한 영상 촬영 장치.
- [청구항 12] 제1항에 있어서,

상기 촬영부는,
상기 위상판을 통과한 엑스레이가 통과되어 가시광선으로 전환되는
신틸레이터;
상기 전환된 가시광선을 확대하는 광학 렌즈;
상기 확대된 가시광선이 투영되는 검출판; 및
상기 검출판에 투영된 가시광선의 영상을 촬영하는 카메라를 포함하는,
엑스레이를 이용한 영상 촬영 장치.

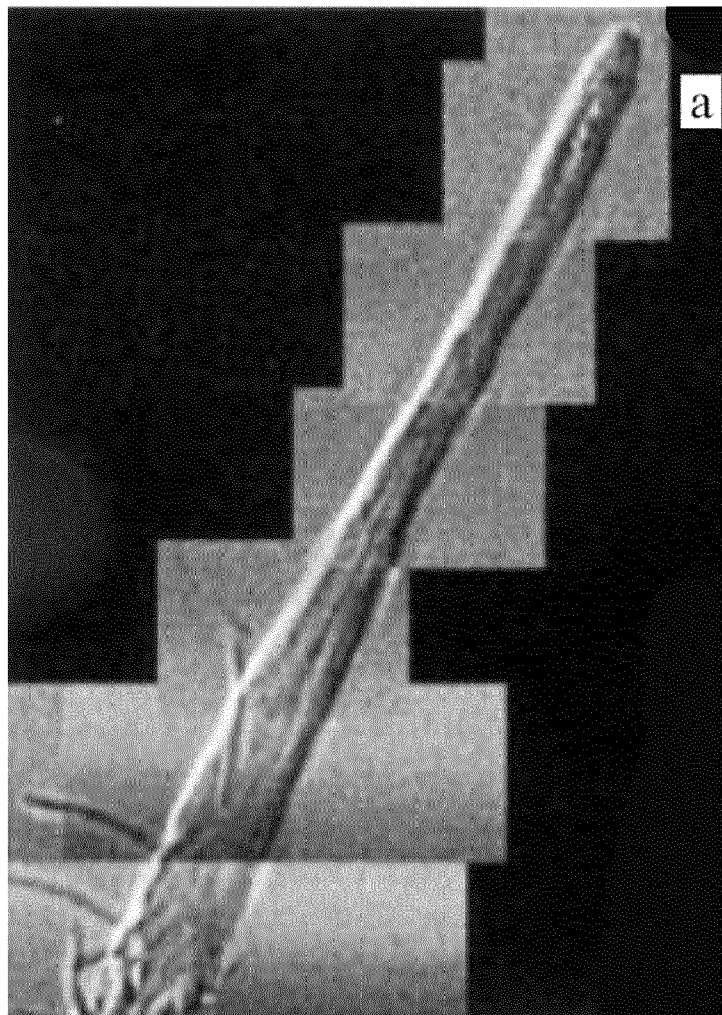
[청구항 13] 제12항에 있어서,
상기 신틸레이터, 광학 렌즈, 검출판 및 카메라는,
중심이 상기 광축상에 배열된,
엑스레이를 이용한 영상 촬영 장치.

[청구항 14] 제1항에 있어서,
상기 방출된 엑스레이의 진행방향에서 상기 제1 가림막과 동심원 회절판
사이에 위치하고, 상기 시료를 고정시키는 시료고정부를 더 포함하는,
엑스레이를 이용한 영상 촬영 장치.

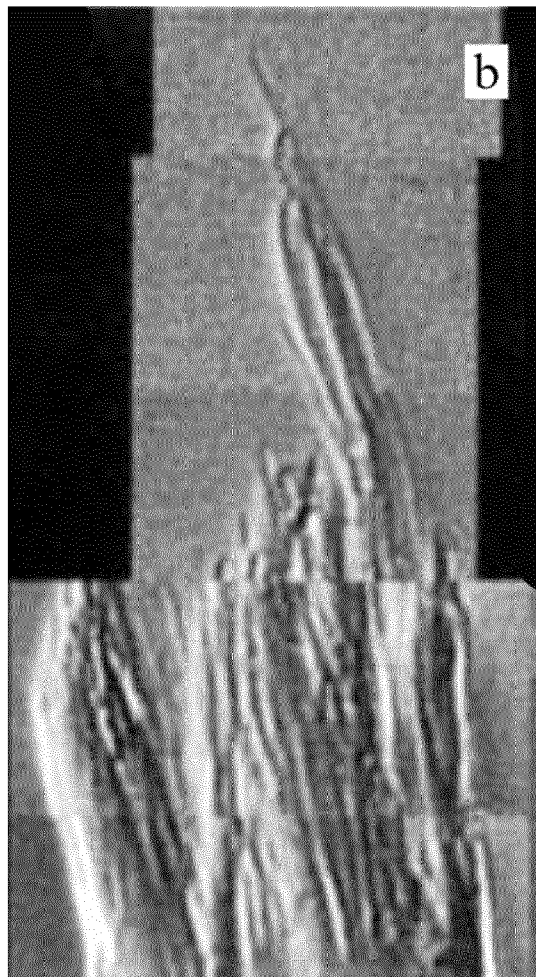
[청구항 15] 제14항에 있어서,
상기 제어부는,
상기 시료고정부를 회전 및 이동시키는,
엑스레이를 이용한 영상 촬영 장치.

[청구항 16] 제1항에 있어서,
상기 제2 가림막은,
상기 위상판과 촬영부 사이에서, 상기 위상판을 통과한 엑스레이 중 상기
동심원 회절판에 의해 회절되지 않은 엑스레이만을 차단하는 곳에
위치한,
엑스레이를 이용한 영상 촬영 장치.

[도 1a]



[도1b]



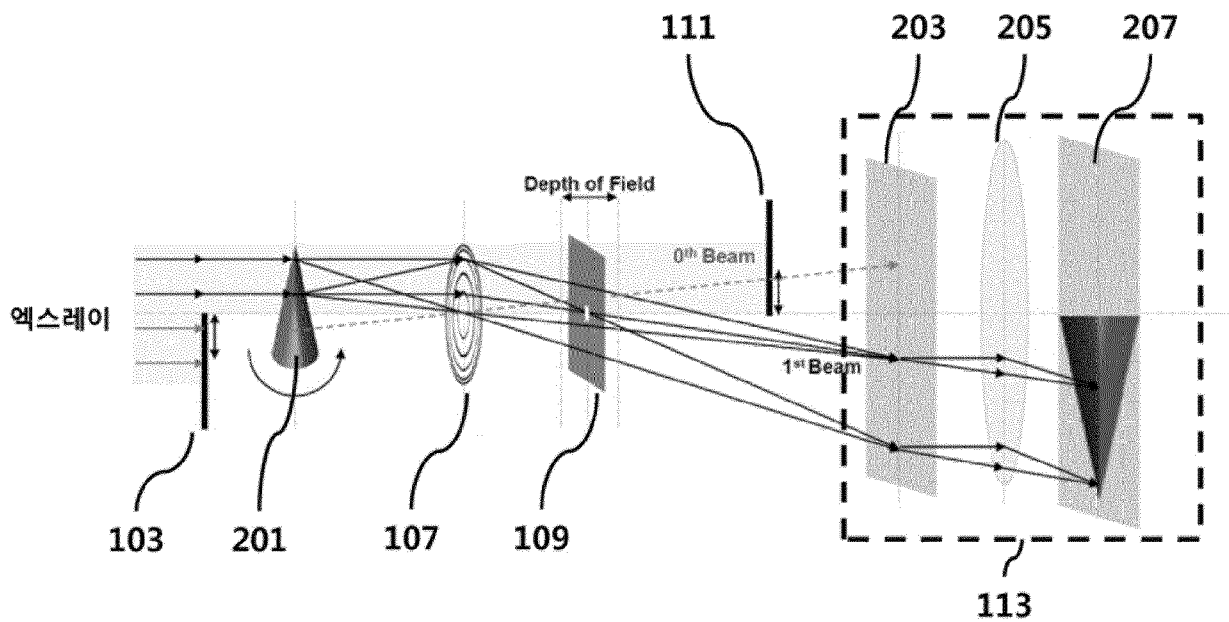
[도1c]



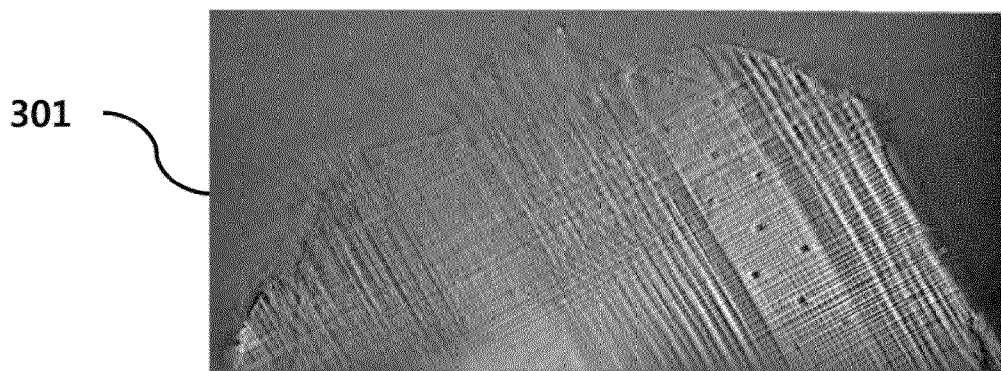
[도2]



[도3]

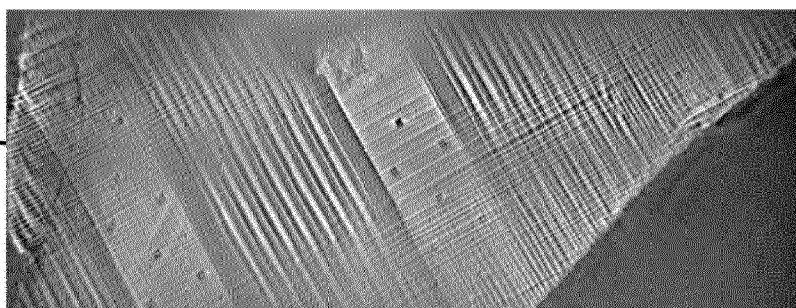


[도4a]



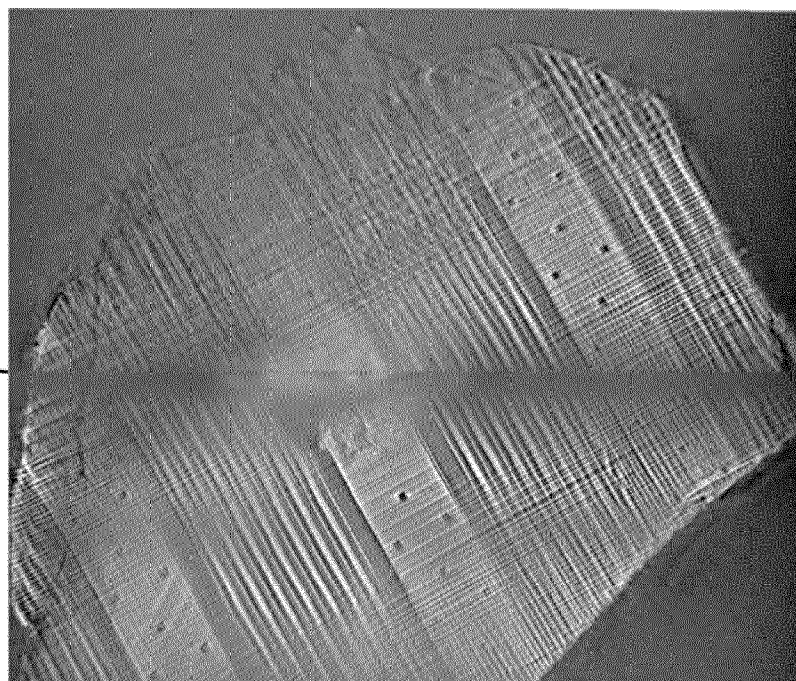
[도4b]

303



[도4c]

305



INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/KR2018/008978

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER

G01N 23/205(2006.01)i, G01N 23/20008(2018.01)i, G01N 23/04(2006.01)i

According to International Patent Classification (IPC) or to both national classification and IPC

B. FIELDS SEARCHED

Minimum documentation searched (classification system followed by classification symbols)

G01N 23/205; G01B 11/00; G01B 9/02; G01B 9/04; G02B 21/14; G03F 7/207; G03H 1/26; G01N 23/20008; G01N 23/04

Documentation searched other than minimum documentation to the extent that such documents are included in the fields searched

Korean utility models and applications for utility models: IPC as above

Japanese utility models and applications for utility models: IPC as above

Electronic data base consulted during the international search (name of data base and, where practicable, search terms used)

eKOMPASS (KIPO internal) & Keywords: X-ray, screen, diffraction plate, phase plate, control part, image capturing device, 0th diffraction

C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
A	LIM et al. Large-field high-contrast hard x-ray Zernike phase-contrast nano-imaging beamline at Pohang Light Source. Review of Scientific Instruments. 2013, Vol. 84, pp. 1-4 See pages 1, 2 and figure 1.	1-16
A	KR 10-2012-0069480 A (LG DISPLAY CO., LTD.) 28 June 2012 See paragraph [0035] and figure 2.	1-16
A	KR 10-1547459 B1 (INDUSTRY-ACADEMIC COOPERATION FOUNDATION, YONSEI UNIVERSITY) 26 August 2015 See paragraph [0034] and figure 1.	1-16
A	KR 10-1593080 B1 (INDUSTRY-ACADEMIC COOPERATION FOUNDATION, YONSEI UNIVERSITY) 11 February 2016 See paragraphs [0056]-[0065] and figure 1.	1-16
A	KR 10-0183658 B1 (SAMSUNG AEROSPACE CO., LTD.) 01 April 1999 See pages 2, 3 and figure 2.	1-16



Further documents are listed in the continuation of Box C.



See patent family annex.

* Special categories of cited documents:

“A” document defining the general state of the art which is not considered to be of particular relevance

“E” earlier application or patent but published on or after the international filing date

“L” document which may throw doubts on priority claim(s) or which is cited to establish the publication date of another citation or other special reason (as specified)

“O” document referring to an oral disclosure, use, exhibition or other means

“P” document published prior to the international filing date but later than the priority date claimed

“T” later document published after the international filing date or priority date and not in conflict with the application but cited to understand the principle or theory underlying the invention

“X” document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered novel or cannot be considered to involve an inventive step when the document is taken alone

“Y” document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered to involve an inventive step when the document is combined with one or more other such documents, such combination being obvious to a person skilled in the art

“&” document member of the same patent family

Date of the actual completion of the international search

07 DECEMBER 2018 (07.12.2018)

Date of mailing of the international search report

07 DECEMBER 2018 (07.12.2018)

Name and mailing address of the ISA/KR

Korean Intellectual Property Office
Government Complex Daejeon Building 4, 189, Cheongsu-ro, Seo-gu,
Daejeon, 35208, Republic of Korea

Facsimile No. +82-42-481-8578

Authorized officer

Telephone No.

INTERNATIONAL SEARCH REPORT
Information on patent family members

International application No.

PCT/KR2018/008978

Patent document cited in search report	Publication date	Patent family member	Publication date
KR 10-2012-0069480 A	28/06/2012	None	
KR 10-1547459 B1	26/08/2015	None	
KR 10-1593080 B1	11/02/2016	KR 10-2015-0087578 A	30/07/2015
KR 10-0183658 B1	01/04/1999	KR 10-1998-0030993 A	25/07/1998

A. 발명이 속하는 기술분류(국제특허분류(IPC)) G01N 23/205(2006.01)i, G01N 23/20008(2018.01)i, G01N 23/04(2006.01)i																				
B. 조사된 분야 조사된 최소문헌(국제특허분류를 기재) G01N 23/205; G01B 11/00; G01B 9/02; G01B 9/04; G02B 21/14; G03F 7/207; G03H 1/26; G01N 23/20008; G01N 23/04 조사된 기술분야에 속하는 최소문헌 이외의 문헌 한국등록실용신안공보 및 한국공개실용신안공보: 조사된 최소문헌란에 기재된 IPC 일본등록실용신안공보 및 일본공개실용신안공보: 조사된 최소문헌란에 기재된 IPC 국제조사에 이용된 전산 데이터베이스(데이터베이스의 명칭 및 검색어(해당하는 경우)) eKOMPASS(특허청 내부 검색시스템) & 키워드: 엑스레이, 가림막, 회절판, 위상판, 제어부, 영상 촬영 장치, 0차 회절																				
C. 관련 문헌 <table border="1"> <thead> <tr> <th>카테고리*</th> <th>인용문헌명 및 관련 구절(해당하는 경우)의 기재</th> <th>관련 청구항</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>A</td> <td>Lim 등 `Large-field high-contrast hard x-ray Zernike phase-contrast nano-ima- ging beamline at Pohang Light Source`, Review of Scientific Instruments, 2013, Vol. 84, pp. 1-4 페이지 1, 2 및 도면 1 참조.</td> <td>1-16</td> </tr> <tr> <td>A</td> <td>KR 10-2012-0069480 A (엘지디스플레이 주식회사) 2012.06.28 단락 [0035] 및 도면 2 참조.</td> <td>1-16</td> </tr> <tr> <td>A</td> <td>KR 10-1547459 B1 (연세대학교 산학협력단) 2015.08.26 단락 [0034] 및 도면 1 참조.</td> <td>1-16</td> </tr> <tr> <td>A</td> <td>KR 10-1593080 B1 (연세대학교 산학협력단) 2016.02.11 단락 [0056]-[0065] 및 도면 1 참조.</td> <td>1-16</td> </tr> <tr> <td>A</td> <td>KR 10-0183658 B1 (삼성항공산업 주식회사) 1999.04.01 페이지 2, 3 및 도면 2 참조.</td> <td>1-16</td> </tr> </tbody> </table>			카테고리*	인용문헌명 및 관련 구절(해당하는 경우)의 기재	관련 청구항	A	Lim 등 `Large-field high-contrast hard x-ray Zernike phase-contrast nano-ima- ging beamline at Pohang Light Source`, Review of Scientific Instruments, 2013, Vol. 84, pp. 1-4 페이지 1, 2 및 도면 1 참조.	1-16	A	KR 10-2012-0069480 A (엘지디스플레이 주식회사) 2012.06.28 단락 [0035] 및 도면 2 참조.	1-16	A	KR 10-1547459 B1 (연세대학교 산학협력단) 2015.08.26 단락 [0034] 및 도면 1 참조.	1-16	A	KR 10-1593080 B1 (연세대학교 산학협력단) 2016.02.11 단락 [0056]-[0065] 및 도면 1 참조.	1-16	A	KR 10-0183658 B1 (삼성항공산업 주식회사) 1999.04.01 페이지 2, 3 및 도면 2 참조.	1-16
카테고리*	인용문헌명 및 관련 구절(해당하는 경우)의 기재	관련 청구항																		
A	Lim 등 `Large-field high-contrast hard x-ray Zernike phase-contrast nano-ima- ging beamline at Pohang Light Source`, Review of Scientific Instruments, 2013, Vol. 84, pp. 1-4 페이지 1, 2 및 도면 1 참조.	1-16																		
A	KR 10-2012-0069480 A (엘지디스플레이 주식회사) 2012.06.28 단락 [0035] 및 도면 2 참조.	1-16																		
A	KR 10-1547459 B1 (연세대학교 산학협력단) 2015.08.26 단락 [0034] 및 도면 1 참조.	1-16																		
A	KR 10-1593080 B1 (연세대학교 산학협력단) 2016.02.11 단락 [0056]-[0065] 및 도면 1 참조.	1-16																		
A	KR 10-0183658 B1 (삼성항공산업 주식회사) 1999.04.01 페이지 2, 3 및 도면 2 참조.	1-16																		
☐ 추가 문헌이 C(계속)에 기재되어 있습니다. ☒ 대응특허에 관한 별지를 참조하십시오.																				
* 인용된 문헌의 특별 카테고리: “A” 특별히 관련이 없는 것으로 보이는 일반적인 기술수준을 정의한 문헌 “E” 국제출원일보다 빠른 출원일 또는 우선일을 가지나 국제출원일 이후 에 공개된 선출원 또는 특허 문헌 “L” 우선권 주장에 의문을 제기하는 문헌 또는 다른 인용문헌의 공개일 또는 다른 특별한 이유(이유를 명시)를 밝히기 위하여 인용된 문헌 “O” 구두 개시, 사용, 전시 또는 기타 수단을 언급하고 있는 문헌 “P” 우선일 이후에 공개되었으나 국제출원일 이전에 공개된 문헌 “T” 국제출원일 또는 우선일 후에 공개된 문헌으로, 출원과 상충하지 않으며 발명의 기초가 되는 원리나 이론을 이해하기 위해 인용된 문헌 “X” 특별한 관련이 있는 문헌. 해당 문헌 하나만으로 청구된 발명의 신 규성 또는 진보성이 없는 것으로 본다. “Y” 특별한 관련이 있는 문헌. 해당 문헌이 하나 이상의 다른 문헌과 조합하는 경우로 그 조합이 당업자에게 자명한 경우 청구된 발명 은 진보성이 없는 것으로 본다. “&” 동일한 대응특허문헌에 속하는 문헌																				
국제조사의 실제 완료일 2018년 12월 07일 (07.12.2018)		국제조사보고서 발송일 2018년 12월 07일 (07.12.2018)																		
ISA/KR의 명칭 및 우편주소  대한민국 특허청 (35208) 대전광역시 서구 청사로 189, 4동 (둔산동, 정부대전청사) 팩스 번호 +82-42-481-8578		심사관 이현길 전화번호 +82-42-481-8525 																		

국제조사보고서
대응특허에 관한 정보

국제출원번호

PCT/KR2018/008978

국제조사보고서에서 인용된 특허문헌	공개일	대응특허문헌	공개일
KR 10-2012-0069480 A	2012/06/28	없음	
KR 10-1547459 B1	2015/08/26	없음	
KR 10-1593080 B1	2016/02/11	KR 10-2015-0087578 A	2015/07/30
KR 10-0183658 B1	1999/04/01	KR 10-1998-0030993 A	1998/07/25