

(12) 특허협력조약에 의하여 공개된 국제출원

(19) 세계지식재산권기구
국제사무국

(43) 국제공개일
2013년 1월 24일 (24.01.2013)



(10) 국제공개번호
WO 2013/012106 A1

- (51) 국제특허분류:
G01N 21/88 (2006.01)
- (21) 국제출원번호: PCT/KR2011/005282
- (22) 국제출원일: 2011년 7월 19일 (19.07.2011)
- (25) 출원언어: 한국어
- (26) 공개언어: 한국어
- (30) 우선권정보:
10-2011-0070941 2011년 7월 18일 (18.07.2011) KR
- (71) 출원인 (US 을(를) 제외한 모든 지정국에 대하여): 동국대학교 경주캠퍼스 산학협력단 (DONGGUK UNIVERSITY GYEONGJU CAMPUS INDUSTRY-ACADEMY COOPERATION FOUNDATION) [KR/KR]; 780-714 경상북도 경주시 석장동 707, Gyeongsangbuk-do (KR). 주식회사 네드텍 (NEDTECH CO., LTD.) [KR/KR]; 617-800 부산광역시 사상구 감전동 132-7 부산디지털밸리 1110 호, Busan (KR).
- (72) 발명자: 겸
- (75) 발명자/출원인 (US 에 한하여): 장유진 (JANG, Yu Jin) [KR/KR]; 780-190 경상북도 경주시 동천동 동국대학교 교직원 아파트 503 호, Gyeongsangbuk-do (KR). 이주섭 (LEE, Joo Seob) [KR/KR]; 621-726 경상남도 김해시 동

상동 롯데캐슬가야 1 단지아파트 105 동 1003 호, Gyeongsangnam-do (KR).

(74) 대리인: 특허법인 명문 (MYUNG MOON IP & LAW FIRM); 135-080 서울특별시 강남구 역삼동 642-9 송촌빌딩 11층, Seoul (KR).

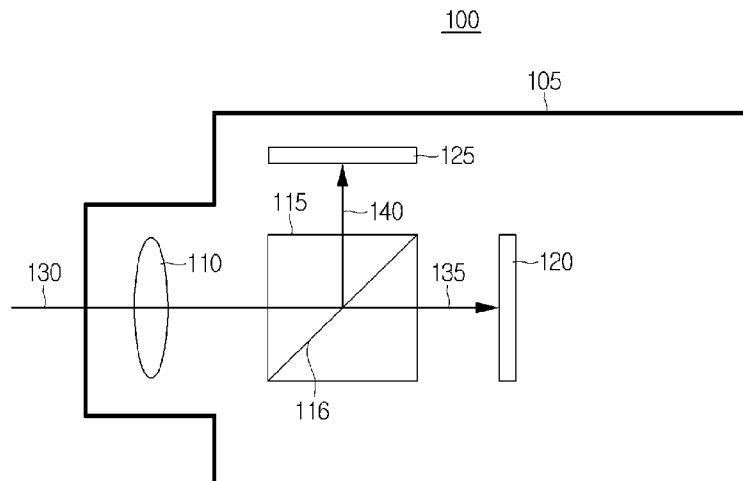
(81) 지정국 (별도의 표시가 없는 한, 가능한 모든 종류의 국내 권리의 보호를 위하여): AE, AG, AL, AM, AO, AT, AU, AZ, BA, BB, BG, BH, BR, BW, BY, BZ, CA, CH, CL, CN, CO, CR, CU, CZ, DE, DK, DM, DO, DZ, EC, EE, EG, ES, FI, GB, GD, GE, GH, GM, GT, HN, HR, HU, ID, IL, IN, IS, JP, KE, KG, KM, KN, KP, KZ, LA, LC, LK, LR, LS, LT, LU, LY, MA, MD, ME, MG, MK, MN, MW, MX, MY, MZ, NA, NG, NI, NO, NZ, OM, PE, PG, PH, PL, PT, RO, RS, RU, 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 역내 권리의 보호를 위하여): ARIPO (BW, GH, GM, KE, LR, LS, MW, MZ, NA, SD, SL, SZ, TZ, UG, ZM, ZW), 유라시아 (AM, AZ, BY, KG, KZ, MD, RU, TJ, TM), 유럽 (AL, AT, BE, BG, CH, CY, CZ, DE, DK, EE, ES, FI, 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),

[다음 쪽 계속]

(54) Title: CAMERA FOR DETECTING METAL SURFACE DEFECTS, DEVICE FOR DETECTING METAL SURFACE DEFECTS INCLUDING THE CAMERA, AND METHOD FOR DETECTING METAL SURFACE DEFECTS

(54) 발명의 명칭: 금속 표면 결함 검출을 위한 카메라, 카메라를 포함하는 금속 표면 결함 검출 장치, 및 금속 표면 결함 검출 방법



(57) Abstract: A camera for detecting a metal surface defect comprises: a polarizing separator; a first charge coupled device; and a second charge coupled device. When the polarizing separator simultaneously emits mutually intersecting linearly polarized lights onto a surface of a metal object, light reflected from the surface of the metal object is separated into vertically polarized light and horizontally polarized light. The first charge coupled device (CCD) acquires a vertically polarized image. The second charge coupled device acquires a horizontally polarized image.

(57) 요약서: 금속 표면 결함 검출을 위한 카메라는, 편광분리기, 제 1 전하결합소자, 및 제 2 전하결합소자를 포함한다. 편광분리기는 서로 직교하는 선편광된 조명들을 금속물체의 표면에 동시에 조사할 때 금속물체의 표면에서 반사된 빛을 수직편파 및 수평편파로 분리한다. 제 1 전하결합소자(CCD)는 수직편파의 영상을 획득한다. 제 2 전하결합소자는 수평편파의 영상을 획득한다.

WO 2013/012106 A1



OAPI (BF, BJ, CF, CG, CI, CM, GA, GN, GQ, GW, ML, MR, NE, SN, TD, TG).

공개:
— 국제조사보고서와 함께 (조약 제 21 조(3))

명세서

발명의 명칭: 금속 표면 결함 검출을 위한 카메라, 카메라를 포함하는 금속 표면 결함 검출 장치, 및 금속 표면 결함 검출 방법 기술분야

- [1] 본 발명은 금속 표면 결함 검출을 위한 카메라 시스템에 관한 것으로, 보다 상세하게는, 금속 표면 결함 검출을 위한 카메라, 상기 카메라를 포함하는 금속 표면 결함 검출 장치, 및 금속 표면 결함 검출 방법에 관한 것이다.

배경기술

- [2] 일반적으로, 고속으로 이동하는 강판의 표면 결함을 검출하는 방법은 작업자가 직접 이동하고 있는 강판의 표면을 관찰하는 것에 의해 표면 결함을 검출하는 방법과, 레이저 광원을 표면에 조사하고 레이저 수광부가 이를 받아들여 일정한 신호처리를 거쳐 표면결함을 검출하는 방법과, 가시광선 영역의 조명을 강판 표면에 조사하고 라인 스캔 카메라(line scan camera)로 이를 받아들여 일정한 신호처리를 거쳐 표면 결함을 검출하는 방법 등이 있을 수 있다.
- [3] 그러나 작업자의 관찰에 의한 결함검출방법은 작업자들 사이에 일관된 검출 기준이 존재하기 어려우므로 객관적인 검출이 어려울 수 있다. 레이저를 이용한 결함 검출은 연속적으로 이동하는 강판의 사소한 진동과 같은 외부환경에 민감하게 영향을 받을 수 있다.

발명의 상세한 설명

기술적 과제

- [4] 본 발명이 해결하고자 하는 기술적 과제는, 금속 표면 결함 검출 기법 및 시스템에 관한 것으로서, 간섭이 없고 서로 직교하는 선편광된(linearly polarized) 조명들을 정지된 또는 이동중인 금속 표면에 동시에 조사하여 영상을 얻는 표면 결함 검출을 위한 카메라, 상기 카메라를 포함하는 금속 표면 결함 검출 장치, 및 금속 표면 결함 검출 방법을 제공하는 것이다.

과제 해결 수단

- [5] 상기 기술적 과제를 달성하기 위하여, 본 발명의 실시예에 따른 카메라는, 간섭이 없고 서로 직교하는 선편광된 조명들(횡파 및 종파)을 금속물체의 표면에 동시에 조사할 때 상기 금속물체의 표면에서 반사된 빛을 수직편파(종파) 및 수평편파(횡파)로 분리하는 편광분리기; 상기 수직편파의 영상을 획득하는 제1 전하결합소자(charge coupled device); 및 상기 수평편파의 영상을 획득하는 제2 전하결합소자를 포함할 수 있다.
- [6] 상기 편광분리기는 편광 빔스플리터 큐브(polarizing beamsplitter cube)일 수 있다.
- [7] 상기 기술적 과제를 달성하기 위하여, 본 발명의 실시예에 따른 금속 표면 결함 검출 장치는, 명시야 조건에서 선편광된 조명을 금속물체의 표면에 조사하는

제1 광원; 암시야 조건에서 상기 선편광된 조명과 서로 직교하고 상기 선편광된 조명의 파장과 동일한 파장을 가지는 선편광된 조명을 상기 제1 광원과 동시에 상기 금속물체의 표면에 조사하는 제2 광원; 및 상기 금속물체의 표면에서 반사된 빛을 획득하여 상기 금속물체의 표면 결함 검사를 위한 영상을 취득하는 카메라를 포함할 수 있다.

- [8] 상기 카메라는, 상기 서로 직교하도록 선편광된 조명들을 상기 금속물체의 표면에 조사할 때 상기 금속물체의 표면에서 반사된 빛을 수직편파(종파) 및 수평편파(횡파)로 분리하는 편광분리기; 상기 수직편파의 영상을 획득하는 제1 전하결합소자; 및 상기 수평편파의 영상을 획득하는 제2 전하결합소자를 포함할 수 있다. 상기 금속물체는 정지된 금속물체 또는 이동하는 금속물체일 수 있다.
- [9] 상기 기술적 과제를 달성하기 위하여, 본 발명의 다른 실시예에 따른 금속 표면 결함 검출 장치는, 명시야 조건에서 제1 파장의 선편광된 조명을 금속물체의 표면에 조사하는 제1 광원; 암시야 조건에서 제2 파장의 선편광된 조명을 상기 금속물체의 표면에 조사하는 제2 광원; 암시야 조건에서 상기 제2 파장의 선편광된 조명과 직교하는 제2 파장의 선편광된 조명을 상기 금속물체의 표면에 조사하는 제3 광원; 암시야 조건에서 상기 제1 파장의 선편광된 조명과 직교하는 선편광된 제1 파장의 조명을 상기 금속물체의 표면에 조사하는 제4 광원; 및 상기 금속물체의 표면에서 반사된 빛을 획득하여 상기 금속물체의 표면 결함 검사를 위한 영상을 취득하는 카메라부를 포함할 수 있으며, 상기 제1 광원, 상기 제2 광원, 상기 제3 광원, 및 상기 제4 광원은 조명들을 동시에 조사할 수 있다.
- [10] 상기 카메라부는 상기 제1 광원 및 상기 제4 광원 사이와, 상기 제2 광원 및 상기 제3 광원 사이에 배치되고, 상기 제1 광원 및 상기 제4 광원은 상기 제2 광원 및 상기 제3 광원에 대하여 직교하도록 배치될 수 있다.
- [11] 상기 카메라부는, 상기 제1 광원의 조명, 상기 제2 광원의 조명, 상기 제3 광원의 조명, 및 상기 제4 광원의 조명이 상기 금속물체의 표면에 동시에 조사될 때 상기 금속물체의 표면에서 반사된 빛을 상기 제1 파장의 빛과 상기 제2 파장의 빛으로 분리하는 색선택 거울; 상기 색선택 거울에서 분리된 제1 파장의 빛을 수직편파와 수평편파로 분리하여 획득하고 상기 획득된 수직편파와 수평편파를 이용하여 상기 금속물체의 표면 결함 검사를 위한 영상을 취득하는 제1 카메라; 및 상기 색선택 거울에서 분리된 제2 파장의 빛을 수직편파와 수평편파로 분리하여 획득하고 상기 획득된 수직편파와 수평편파를 이용하여 상기 금속물체의 표면 결함 검사를 위한 영상을 취득하는 제2 카메라를 포함할 수 있다.
- [12] 상기 기술적 과제를 달성하기 위하여, 본 발명의 다른 실시예에 따른 금속 표면 결함 검출 장치는, 제1 각도에서 제1 파장의 선편광된 조명을 금속물체의 표면에 조사하는 제1 광원; 제2 각도에서 제2 파장의 선편광된 조명을 상기 금속물체의 표면에 조사하는 제2 광원; 제3 각도에서 상기 제2 파장의 선편광된 조명과 직교하는 제2 파장의 선편광된 조명을 상기 금속물체의 표면에 조사하는 제3

광원; 제4 각도에서 상기 제1 파장의 선편광된 조명과 직교하는 제1 파장의 선편광된 조명을 상기 금속물체의 표면에 조사하는 제4 광원; 및 상기 금속물체의 표면에서 반사된 빛을 획득하여 상기 금속물체의 표면 결함 검사를 위한 영상을 취득하는 카메라부를 포함할 수 있으며, 상기 제1 광원, 상기 제2 광원, 상기 제3 광원, 및 상기 제4 광원은 조명들을 동시에 조사하고, 상기 제1 각도, 상기 제2 각도, 상기 제3 각도, 또는 상기 제4 각도는 명시야 조명 또는 암시야 조명을 위한 각도일 수 있다.

[13] 상기 기술적 과제를 달성하기 위하여, 본 발명의 실시예에 따른 금속 표면 결함 검출 방법은, (a) 명시야 조건에서 선편광된 조명을 금속물체의 표면에 조사하는 단계; (b) 암시야 조건에서 상기 선편광된 조명과 서로 직교하고 상기 선편광된 조명의 파장과 동일한 파장을 가지는 선편광된 조명을 상기 명시야 조건에서의 선편광된 조명의 조사와 동시에 상기 금속물체의 표면에 조사하는 단계; (c) 상기 금속물체의 표면에서 반사된 빛의 영상을 동시에 획득하는 단계; 및 (d) 상기 획득된 영상을 신호처리하여 상기 금속물체의 표면 결함을 검출하는 단계를 포함할 수 있다.

[14] 상기 기술적 과제를 달성하기 위하여, 본 발명의 다른 실시예에 따른 금속 표면 결함 검출 방법은, (a) 제1 각도에서 제1 파장의 선편광된 조명을 금속물체의 표면에 조사하는 단계; (b) 제2 각도에서 제2 파장의 선편광된 조명을 상기 금속물체의 표면에 조사하는 단계; (c) 제3 각도에서 상기 제2 파장의 선편광된 조명과 직교하는 제2 파장의 선편광된 조명을 상기 금속물체의 표면에 조사하는 단계; (d) 제4 각도에서 상기 제1 파장의 선편광된 조명과 직교하는 제1 파장의 선편광된 조명을 상기 금속물체의 표면에 조사하는 단계; (e) 상기 금속물체의 표면에서 반사된 빛의 영상을 동시에 획득하는 단계; 및 (f) 상기 획득된 영상을 신호처리하여 상기 금속물체의 표면 결함을 검출하는 단계를 포함할 수 있으며, 상기 제1 파장의 조명 및 상기 제2 파장의 조명은 동시에 조사되고, 상기 제1 각도, 상기 제2 각도, 상기 제3 각도, 또는 상기 제4 각도는 명시야 조명 또는 암시야 조명을 위한 각도일 수 있다.

발명의 효과

[15] 본 발명에 따른 금속 표면 결함 검출을 위한 카메라, 카메라를 포함하는 금속 표면 결함 검출 장치, 및 금속 표면 결함 검출 방법은, 정지된 또는 상대적으로 높은 속도로 이동하는 금속 강판과 같은 금속 물체의 표면에 대한 동시점(同視点)(same visual point)의 영상을 광량의 손실을 최소화하여 획득할 수 있다. 따라서 본 발명은 보다 선명한 표면 결함에 대한 영상 정보를 획득할 수 있다.

[16] 본 발명은 선명한 표면 결함에 대한 영상을 획득할 수 있으므로, 철강 산업에서 통상적으로 고속으로 이동 중인 생산 제품의 금속 표면에 대한 표면 결함 검출률을 향상시킬 수 있고, 이를 바탕으로 철강 제품의 품질 관리에 큰 기여를

할 수 있다.

- [17] 기존의 표면 결함 검출 시스템은 외국 기술에 대부분 의존하고 있는 실정이므로, 본 발명을 통하여 수입대체 및 수출의 효과를 얻을 수 있다.
- [18] 본 발명은 조명의 순차적 조사에 의해 얻어지는 영상처리 방법에 비하여 한번의 촬영으로 2개 또는 4개의 서로 다른 조명의 위치와 각도를 가지는 영상을 취득하는 것에 의해 보다 세밀한 금속의 표면 결함 검사 또는 고속으로 이동하는 금속의 표면 결함 검사가 가능하도록 한다.
- [19] 본 발명은 동시점의 영상을 획득하므로 명시야 영상과 암시야 영상의 동기화가 명확히 수행될 수 있다. 본 발명은 영상의 위치 동기화를 위한 인코더(encoder)와 같은 부가장치를 필요로 하지 않으므로 표면 결함 검출을 위한 광학계통인 카메라 시스템의 복잡도를 낮추고 카메라 시스템의 구성비용을 현저히 절감시킬 수 있다.
- [20] 또한, 본 발명은 서로 다른 2개의 파장대역을 가지는 조명을 사용할 경우 각각의 조명들이 가지는 파장대역에 대한 수평편파(횡파) 및 수직편파(종파)를 구별하는 것에 의해 4개의 서로 다른 조명의 위치 및 각도에 따른 영상을 동시에 취득할 수 있다. 따라서 본 발명은 향상된 금속의 표면 결함 검출률을 가질 수 있다.

도면의 간단한 설명

- [21] 본 발명의 상세한 설명에서 사용되는 도면을 보다 충분히 이해하기 위하여, 각 도면의 간단한 설명이 제공된다.
- [22] 도 1은 본 발명과 비교되는 금속 물체의 표면 결함 검출 장치(50)를 나타내는 도면이다.
- [23] 도 2는 도 1에 도시된 광원들(20, 30)의 운영 방법을 나타내는 도면이다.
- [24] 도 3은 본 발명과 비교되는 이동하는 금속 물체의 표면 결함을 검출하기 위한 장치(90)를 설명하는 도면이다.
- [25] 도 4는 본 발명과 비교되는 카메라(95)를 나타내는 도면이다.
- [26] 도 5는 본 발명의 실시예에 따른 금속 표면 결함 검출을 위한 카메라(100)를 설명하는 도면이다.
- [27] 도 6은 도 5에 도시된 편광분리기(115)의 실시예를 설명하는 도면이다.
- [28] 도 7은 본 발명의 실시예에 따른 금속 표면 결함 검출 장치(200)를 설명하는 도면이다.
- [29] 도 8은 도 7에 도시된 광원들(205, 210)의 운영 방법을 설명하는 도면이다.
- [30] 도 9는 본 발명의 다른 실시예에 따른 금속 표면 결함 검출 장치(300)를 설명하는 도면이다.
- [31] 도 10은 도 9에 도시된 금속 표면 결함 검출 장치(300)의 조명 배치의 실시예를 설명하는 평면도이다.
- [32] 도 11a는 도 9에 도시된 금속물체의 표면 결함 형태와 도 10에 도시된 조명

배치와의 관계를 설명하는 도면이다.

- [33] 도 11b는 도 9에 도시된 금속물체의 표면 결함 형태와 도 10에 도시된 조명 배치와의 다른 관계를 설명하는 도면이다.

발명의 실시를 위한 최선의 형태

- [34] 본 발명 및 본 발명의 실시에 의하여 달성되는 목적을 충분히 이해하기 위해서는, 본 발명의 실시예를 예시하는 첨부 도면 및 첨부 도면에 기재된 내용이 참조되어야 한다.
- [35] 이하, 첨부한 도면을 참조하여 본 발명의 실시예를 설명하는 것에 의해, 본 발명을 상세히 설명한다. 각 도면에 제시된 동일한 참조 부호는 동일한 구성 요소를 나타낸다.
- [36] 철강 산업 분야에서 이동 중인 금속 표면의 다양한 결함의 모양과 위치를 검출하는 시스템은 제품 표면의 품질 관리를 위해 매우 중요하며 표면 결함 검출 장치가 상용화 되어있는 상황이다.
- [37] 금속 표면 결함의 모양과 위치를 검출하기 위한 시스템은 카메라 1대와, 조사 각도가 다르며 같은 평면상에 존재하는 2개의 조명들로 구성될 수 있다. 이러한 시스템에서는 명시야(bright field) 조건의 조명과 암시야(dark field) 조건의 조명을 순차적으로 점멸하여 얻은 2개의 영상들을 통하여 표면 결함의 모양과 위치를 검출한다.
- [38] 생산 라인에서 금속 재질의 강판은 고속으로 이동하고 있으며 표면 결함의 종류는 다양하므로, 조명의 위치 및 각도에 따라 표면 결함이 카메라 영상에 포착되기도 하며 포착되지 않기도 한다.
- [39] 따라서 조명 위치 및 각도를 조절하여 결함 검출률을 높일 수 있는 장치의 개발이 필요하다. 또한 금속 강판은 고속으로 이동하기 때문에 동시점(同視点)의 영상을 광량의 손실을 최소화하여 획득 할 수 있는 장치의 개발이 요구된다.
- [40] 철강 산업에서는 최종 생산 제품의 표면의 다양한 결함들에 대한 검출률을 높이고 이를 바탕으로 적절한 조치를 취하는 것에 의해 최종 출고 제품의 품질을 향상시키기 위해 많은 노력을 기울이고 있으며 관련 기술 개발이 꾸준히 요구되고 있다.
- [41] 본 발명을 설명하기 전에, 본 발명에 대한 비교예가 다음과 같이 설명된다.
- [42] 도 1은 본 발명과 비교되는 금속 물체의 표면 결함 검출 장치(50)를 나타내는 도면이다. 도 1을 참조하면, 표면 결함 검출 장치(50)는, 카메라(10), 제1 광원(light source)(20), 및 제2 광원(30)을 포함한다. 표면 결함 검출 장치(50)는 다시점(多視点)(multiview) 시스템일 수 있다.
- [43] 카메라(10)는 서로 다른 파장대역(wavelength band)을 구분하는 카메라가 아니며 단일 CCD(charge coupled device) 카메라이다. 따라서 표면 결함 검출 장치(50)는 명시야 조건의 제1 광원(20)과 암시야 조건의 제2 광원(30)을 구성하여 도 2에 도시된 바와 같이 제1 광원(20)과 제2 광원(30)을 순차적으로

점멸하는 방법으로 영상을 획득하고, 표면 결함 검출 장치(50)에 포함된 영상 처리부를 통하여 상기 획득된 영상을 분석하여 검출 대상물(object)인 정지된 금속(40)의 표면 결함을 검출한다. 따라서 이동중인 금속 물체에 대해 표면 결함 검출 장치(50)의 방법을 적용하면 두 개의 조명들(20, 30)의 점멸 시간 차이 동안 이동한 거리만큼의 영상의 위치 차이가 발생하는 문제점이 있다.

- [44] 도 3은 본 발명과 비교되는 이동하는 금속 물체의 표면 결함을 검출하기 위한 장치(90)를 설명하는 도면이다. 도 3을 참조하면, 금속 물체의 표면 결함 검출 장치(90)는, 제1 카메라(60), 제2 카메라(65), 제1 광원(70), 및 제2 광원(75)을 포함한다.
- [45] 제1 카메라(60) 또는 제2 카메라(65)는 서로 다른 파장대역을 구분하는 카메라가 아니며 단일 CCD 카메라이다. 따라서 두 개의 조명들(70, 75)은 도 2에 도시된 바와 같이 이동하는 금속 물체(80)의 표면을 교대로(alternately) 조사한다.
- [46] 검출 대상물인 금속 물체(80)가 이동하는 경우, 금속 물체의 표면 결함 검출 장치(90)에서 조명들(70, 75)의 점멸 시간 차이 동안 이동한 거리만큼의 영상의 위치 오차가 발생한다.
- [47] 이 영상의 위치 오차를 제거하기 위해, 도 3에 도시된 금속 물체의 표면 결함 검출 장치(90)가 사용된다. 금속 물체(80)의 이동 방향에 대해 제1 카메라(60) 및 제2 카메라(65)가 순차적으로 영상을 취득한다. 즉, 제1 카메라(60)는 암시야 조건의 제1 광원(70)의 조명에 의한 영상을 획득한 후, 제2 카메라(65)는 명시야 조건의 제2 광원(75)의 조명에 의한 영상을 획득한다. 따라서 금속 물체의 표면 결함 검출 장치(90)는 다시점(多視点)(multiview) 시스템일 수 있다.
- [48] 제1 카메라(60)에서 획득된 영상과 제2 카메라(65)에서 획득된 영상 사이에는 영상의 위치 동기화를 위해, 금속 물체(80)의 위치 변화 측정을 위한 인코더(encoder) 또는 속도계(speed meter)와 같은 부가장치가 금속 물체의 표면 결함 검출 장치(90)에 필요하다. 표면 결함 검출 장치(90)는 영상의 위치를 동기화시킨 후 내부의 영상 처리부를 통하여 제1 카메라(60) 및 제2 카메라(65)에서 획득된 영상을 분석하여 금속 물체(80)의 표면 결함을 검출한다.
- [49] 도 4는 본 발명과 비교되는 카메라(95)를 나타내는 도면이다. 도 4를 참조하면, 카메라(95)는, 렌즈(11), 프리즘(또는 빔 스플리터(beam splitter))(12), 제1 전하결합소자(charge coupled device, CCD)(13), 및 제2 CCD(14)를 포함한다.
- [50] 카메라(95)는 2 CCD 방식(type) 카메라로 언급될 수도 있다. 제1 CCD(13) 및 제2 CCD(14)는 각각 제1 CCD(13) 및 제2 CCD(14)의 앞에 설치된 특정 파장 대역의 빛만을 통과시키는 컬러 필터(color filter)를 가질 수 있다.
- [51] 프리즘(12)은 렌즈(11)를 통해 입사되는 금속 물체의 표면 반사광인 서로 다른 파장 대역의 2개의 빛들을 각각 절반(50%)씩 나누어 제1 CCD(13) 및 제2 CCD(14)로 각각 입사시킨다.
- [52] 따라서 카메라(95)는 서로 다른 파장대역의 2개의 조명들에 의해 금속물체의 표면에 동시에 조사된 빛을 획득하여 동시점의 영상을 얻을 수 있다. 상기

조사되는 빛은 편광된 조명이 아니다.

- [53] 카메라(95)는 렌즈(11)를 통해 프리즘(12)에 입사되는 광량(光量)(또는 빛의 세기)을 프리즘(12)을 이용하여 각각 절반(50%)씩 균등하게 분할하여 제1 CCD(13) 및 제2 CCD(14)로 각각 입사시키는 것에 의해 금속 물체의 동일한 표면의 반사 영상을 획득할 수 있다. 따라서 도 4에 도시된 바와 같이 광량의 손실이 발생하므로, 카메라(95)는 단일 CCD 카메라를 사용하는 도 1 또는 도 2의 카메라보다 최소 50(%) 어두운 영상을 얻는다. 제1 CCD(13) 및 제2 CCD(14) 앞에 설치된 필터를 고려할 때, 카메라(95)는 더욱 어두운 영상을 획득한다. 카메라(95)를 이용하여 이동하는 금속 물체 표면을 촬영하는 경우, 금속 물체의 속도가 높아짐에 따라 점점 영상이 흐려질 수 있다. 선명한 영상을 얻기 위해서, 조명이 더 밝아지거나 또는 카메라(95)에서의 광량 손실이 감소되어야 한다.
- [54] 도 5는 본 발명의 실시예에 따른 금속 표면 결함 검출을 위한 카메라(100)를 설명하는 도면이다. 도 5를 참조하면, 카메라(100)는, 본체(body)(105), 렌즈(110), 편광분리기(115), 제1 전하결합소자(CCD)(120), 및 제2 CCD(125)를 포함한다.
- [55] 카메라(100)는 동일 파장대역이면서 서로 직교하도록 선편광된 2개의 조명들(횡파 및 종파)을 동시에 금속물체의 표면에 조사하여 반사되는 반사광(130)을 이용하여 동시점의 영상을 획득한다. 반사광(130)은 렌즈(110)를 통하여 카메라(100)로 입사되며 서로 동일한 파장대역을 가지며 서로 직교하고 간섭이 없는 선편광된(linearly polarized) 빛들이다.
- [56] 카메라(100)는 동일한 시야각(viewing angle)을 각각 가지는 2개의 CCD들(120, 125)을 포함하고 각각의 CCD들(120, 125)은 표면 반사 영상에서 빛의 진동 방향에 따른 수직편파(135)의 영상 및 수평편파(140)의 영상을 획득한다. 수평편파(horizontally polarized wave 또는 horizontally polarized light)의 영상과 수직편파(vertically polarized wave 또는 vertically polarized light)의 영상은 서로 독립적인 영상이다. 그러므로 카메라(100)는 2개의 동시점 영상 정보들을 획득할 수 있다.
- [57] 편광분리기(115)는 반사광(130) 중 수직편파(135)를 제1 CCD(120) 쪽으로 통과시키고 반사광(130) 중 수평편파(140)를 제2 CCD(125) 쪽으로 반사시켜 카메라(100)로 입사되는 수직편파(종파) 및 수평편파(횡파)로 광량의 손실을 거의 발생시키지 않고 분리(separation)한다. 따라서 편광분리기(115)는 도 4에 도시된 프리즘(12)에서 발생하는 광량의 손실을 억제할 수 있다.
- [58] 도 6은 도 5에 도시된 편광분리기(115)의 실시예를 설명하는 도면이다. 도 6에 도시된 바와 같이, 편광분리기(115)는 정육면체 형태의 편광 빔스플리터 큐브(polarizing beamsplitter cube)로 구현될 수 있다.
- [59] 편광 빔스플리터 큐브로 입사되는 빛이 선편광된 빛이면 선편광된 빛의 방향에 따라 서로 수직인 성분으로 분리된다. 따라서 상기 편광 빔스플리터 큐브로 입사되는 빛이 서로 직교하는 선편광된 빛일 때, 편광 빔스플리터 큐브의 방향을 조절하면 편광 빔스플리터 큐브는, 편광 빔스플리터 큐브로 입사되는

반사광(130) 중 수직편파(135)는 통과시키고 반사광(130) 중 수평편파(140)는 반사시킨다. 그 결과, 카메라(100)는 광량의 손실이 거의 없고 서로 간섭이 없는 독립적인 영상을 얻을 수 있다.

[60] 편광 빔스플리터 큐브는 두 개의 직각 프리즘들을 포함한다. 직각 프리즘들 사이에는 유전체 코팅층(coating layer)(116)이 배치(형성)된다. 수직편파(135)는 유전체 코팅층(140)에서 반사광(130)이 투과되어 발생되고 수평편파(140)는 유전체 코팅층(140)에서 반사광(130)이 반사되어 발생될 수 있다.

[61] 다시 도 5를 참조하면, 제1 CCD(120) 및 제2 CCD(125)은 각각 센서(sensor)로서 촬상장치(imaging device)를 구성한다. 제1 CCD(120)는 편광분리기(115)에서 분리된 수직편파(135)의 영상(영상정보)을 획득하고 제2 CCD(125)는 수평편파(140)의 영상을 획득한다. 즉, 제1 CCD(120)는 수직편파(135)의 광신호를 전기신호로 변환하고 제2 CCD(125)는 수평편파(140)의 광신호를 전기신호로 변환한다. 제1 CCD(120) 및 제2 CCD(125) 각각은 컬러 필터 어레이(color filter array) 및 포토다이오드(photodiode)를 포함할 수 있다.

[62] 따라서 본 발명의 카메라(100)는 편광분리기(115)를 포함하므로, 서로 다른 파장 대역을 가지는 2개의 조명들에 의해 영상을 획득하는 도 4의 카메라(95)와 비교할 때 광량의 손실이 거의 없고 동일 파장대역의 조명을 사용하여 금속물체의 표면 결함 검출을 위한 매우 밝은 영상을 얻을 수 있기 때문에 고속으로 이동하는 금속물체의 표면결함을 효과적으로 검출할 수 있다.

발명의 실시를 위한 형태

[63] 도 7은 본 발명의 실시예에 따른 금속 표면 결함 검출 장치(200)를 설명하는 도면이다. 도 7을 참조하면, 금속 표면 결함 검출 장치(200)는, 카메라(100), 제1 광원(light source)(205), 및 제2 광원(210)을 포함한다.

[64] 카메라(100)는 도 5에 도시된 카메라(100)의 구성 요소들을 포함한다.

[65] 제1 광원(205) 및 제2 광원(210) 각각은 발광 다이오드(light emitted diode)를 포함할 수 있다. 상기 발광 다이오드(LED) 대신 제논 램프(xenon lamp) 또는 할로겐 램프가 사용될 수 있다. 제1 광원(205) 또는 제2 광원(210)은 광학 필터(optical filter)를 포함할 수 있다. 광학 필터는 제1 광원(205)의 전면(front surface) 또는 제2 광원(210)의 전면에 설치될 수 있다.

[66] 제1 광원(205)은 명시야 조건의 조명이면서 선편광된 조명이고, 제2 광원(210)은 암시야 조건의 조명이면서 선편광된 조명이다. 상기 명시야 조건의 조명과 상기 암시야 조건의 조명은 서로 동일한 파장대역을 가지며 서로 직교하는 선편광된 빛들이다. 제1 광원(205)은 명시야 조건에서 선편광된 조명을 금속물체(215)의 표면에 조사한다. 제1 광원(205)은 명시야 조명일 수 있고, 금속물체(215)의 표면으로부터 최대한 90 도(degree)에 가까운 각도에 배치되어야 하며 조명의 설치를 고려하여 대략 80 도(degree)의 각도에 배치될 수도 있다.

- [67] 제2 광원(210)은 암시야 조건에서 제1 광원(205)의 조명과 서로 직교하는 선편광된 조명을 제1 광원(205)과 동시에 금속물체(215)의 표면에 조사한다. 제2 광원(210)은 암시야 조명일 수 있고, 예를 들어, 금속물체(215)의 표면으로부터 0도(degree)를 초과하고 45도(degree) 이하인 각도에 배치될 수 있다. 암시야 조명의 각도는 금속물체의 결함 특성에 따라 조절되는 것이 효과적이다.
- [68] 명시야 조명(bright field illumination)은 조명(광원)의 각도가 상대적으로 높은 조명을 지시(indication)한다. 즉, 명시야 조명은 금속 표면 결함의 그림자가 발생하지 않도록 금속 표면으로부터 높은 각도에서 조명을 조사하는 것이다. 암시야 조명(dark field illumination)은 조명의 각도가 상대적으로 낮은 조명을 지시한다. 즉, 암시야 조명은 금속 표면 결함의 그림자가 최대한 많이 발생하도록 금속 표면으로부터 낮은 각도에서 조명을 조사하는 것이다. 이러한 명시야 조명과 암시야 조명은 카메라의 영상에 나타나는 변화가 단순한 색상의 변화인 지 또는 금속 표면의 결함으로 인해 나타나는 것인 지를 구분할 수 있게 한다.
- [69] 제1 광원(205)과 제2 광원(210)은, 예를 들어, 도 7에 도시된 바와 같이, 카메라(100)가 금속물체(215)의 표면 반사 영상을 획득하는 수직선에 대하여 서로 반대쪽에 배치될 수 있다. 즉, 카메라(100)의 위쪽에서 보았을 때, 카메라(100)는 제1 광원(205)과 제2 광원(210) 사이에 배치될 수 있다.
- [70] 도 8은 도 7에 도시된 광원들(205, 210)의 운영 방법을 설명하는 도면이다. 도 8에 도시된 바와 같이, 제1 광원(205) 및 제2 광원(210)은 동시에 점등(on)되고 동시에 소등(off)될 수 있다.
- [71] 다시 도 7을 참조하면, 카메라(100)는 금속물체(215) 표면의 동일 지점에서 명시야 영상 및 암시야 영상을 동시에 획득한다. 카메라(100)는 제1 광원(205) 및 제2 광원(210)에 의해 동시에 조사되어 금속물체(215)의 표면에서 반사된 빛(또는 빛들)을 획득하여 금속물체(215)의 표면 결함 검사를 위한 영상을 취득한다.
- [72] 금속물체(215)는 정지된 금속 물체(예를 들어, 금속 강판) 또는 이동하는 금속 물체일 수 있다.
- [73] 금속 표면 결함 검출 장치(200)는 동일한 파장대역의 독립적인 2개의 조명들(205, 210)을 금속물체(215)의 표면에 조사하여 동시에 2개의 독립적인 영상을 취득한다. 상기 각각의 조명들(205, 210)은 서로 직교하는 선편광된(linearly polarized) 2개의 빛들을 포함한다. 금속 표면 결함 검출 장치(200)에 포함된 영상신호처리장치(미도시)는 카메라(100)에서 획득된 영상정보(영상신호)를 입력받아 분석하고 신호처리하는 것에 의해 금속물체(215)의 표면 결함의 형태와 위치를 검출한다.
- [74] 영상신호처리장치는 금속 표면 결함 검출 장치(200)에 포함된 화면출력장치(미도시)에 연결될 수 있다. 화면출력장치는 영상신호처리장치에서 처리된 영상의 화면을 출력할 수 있다.

영상신호처리장치는 하드웨어, 소프트웨어, 또는 이들의 조합으로 구현될 수 있으며, 전용 프로세서 또는 컴퓨터로 구현될 수 있다.

- [75] 따라서 본 발명의 금속 표면 결함 검출 장치(200)는 도 1 또는 도 3에 도시된 조명의 순차적 점멸방법에 의해 얻어지는 영상처리 방법에 비하여 한 번의 촬영으로 2개의 서로 다른 조명의 위치와 각도를 가지는 영상을 취득하는 것에 의해 보다 세밀한 금속물체의 표면 결함 검사 또는 고속으로 이동하는 금속물체의 표면 결함 검사가 가능하도록 한다.
- [76] 또한, 본 발명의 금속 표면 결함 검출 장치(200)는 동시점의 영상을 획득하므로 명시야 영상과 암시야 영상의 동기화가 명확히 수행될 수 있다. 본 발명은 도 3에 도시된 표면 결함 검출 장치(90)와 달리 영상의 위치 동기화를 위한 인코더(encoder)와 같은 부가장치를 필요로 하지 않으므로 표면 결함 검출을 위한 광학계통인 카메라 시스템의 복잡도를 낮추고 카메라 시스템의 구성비용을 현저히 절감시킬 수 있다.
- [77] 본 발명의 실시예에 따른 금속 표면 결함 검출 방법이 다음과 같이 설명된다. 상기 금속 표면결함 검출방법은 도 7에 도시된 금속 표면결함 검출장치(200)에 적용될 수 있다.
- [78] 금속 표면결함 검출방법은, 제1 조사 단계, 제2 조사 단계, 획득 단계, 및 검출 단계를 포함한다. 도 7을 참조하면, 상기 제1 조사 단계에서, 명시야 조건에서 선편광된 조명이 제1 광원(205)에 의해 금속물체(215)의 표면에 조사된다. 금속물체(215)는 정지된 금속 물체 또는 이동하는 금속 물체일 수 있다.
- [79] 제2 조사 단계에 따르면, 암시야 조건에서 제1 광원(205)의 조명과 서로 직교하고 제1 광원(205)의 조명의 파장과 동일한 파장을 가지는 선편광된 조명이 제2 광원(210)에 의해 도 8에 도시된 바와 같이 제1 광원(205)에 의한 명시야 조명의 조사와 동시에 금속물체(215)의 표면에 조사된다.
- [80] 획득 단계에 따르면, 금속물체(215)의 표면에서 반사된 빛의 영상이 카메라(100)에 의해 동시에 획득된다. 카메라(100)는 편광 빔스플리터 큐브(polarizing beamsplitter cube)를 포함할 수 있다.
- [81] 검출 단계에 따르면, 금속 표면 결함 검출 장치(200)의 영상신호처리장치는 상기 획득된 영상을 신호처리(예를 들어, 디지털 영상신호 처리)하여 금속물체(215)의 표면 결함(표면 결함 영상)을 검출한다.
- [82] 도 9는 본 발명의 다른 실시예에 따른 금속 표면 결함 검출 장치(300)를 설명하는 도면이다. 도 9를 참조하면, 금속 표면 결함 검출 장치(300)는, 카메라 부(camera unit)(305), 제1 광원(325), 제2 광원(330), 제3 광원(335), 및 제4 광원(340)을 포함한다.
- [83] 제1 광원(325), 제2 광원(330), 제3 광원(335), 및 제4 광원(340) 각각은 발광 다이오드, 제논 램프, 또는 할로겐 램프를 포함할 수 있다. 제1 광원(325), 제2 광원(330), 제3 광원(335), 또는 제4 광원(340)은 광학 필터를 포함할 수 있다. 광학 필터는 제1 광원(325)의 전면, 제2 광원(330)의 전면, 제3 광원(335)의 전면,

또는 제4 광원(340)의 전면에 설치될 수 있다.

- [84] 제1 광원(325)의 중심(center) 파장대역과 제4 광원(340)의 중심 파장대역은 제1 파장(λ_1)으로 서로 동일하고, 제1 광원(325)과 제4 광원(340)은 서로 직교하는 선편광된 조명들이다. 제2 광원(330)의 중심 파장대역과 제3 광원(335)의 중심 파장대역은 제2 파장(λ_2)으로 서로 동일하고, 제2 광원(330)과 제3 광원(335)은 서로 직교하는 선편광된 조명들이다.
- [85] 제1 광원(325)은 제1 각도에서 제1 파장(λ_1)의 선편광된 조명을 금속물체(345)의 표면에 조사하며, 제2 광원(330)은 제2 각도에서 제2 파장(λ_2)의 선편광된 조명을 금속물체(345)의 표면에 조사하며, 제3 광원(335)은 제3 각도에서 제2 파장(λ_2)의 선편광된 조명을 금속물체(345)의 표면에 조사하며, 제4 광원(340)은 제4 각도에서 제1 파장(λ_1)의 선편광된 조명을 금속물체(345)의 표면에 조사한다.
- [86] 예를 들어, 상기 제1 각도는 명시야 조명을 위한 각도일 수 있으며, 상기 제2 각도, 상기 제3 각도, 및 상기 제4 각도는 암시야 조명을 위한 각도일 수 있다.
- [87] 명시야 조명은 금속물체(345)의 표면으로부터 최대한 90 도(degree)에 가까운 각도에 배치되어야 하며 조명의 위치를 고려하여 대략 80 도(degree)의 각도에 배치될 수도 있다. 암시야 조명은 금속물체의 결합 특성에 따라 금속물체(345)의 표면으로부터 0 도(degree)를 초과하고 45 도(degree) 이하인 각도에 배치될 수 있다.
- [88] 제1 광원(325), 제2 광원(330), 제3 광원(335), 및 제4 광원(340)은 도 8에 도시된 방식과 유사한 방식으로 편광들(조명들)을 금속물체(345)의 표면에 동시에 조사한다.
- [89] 카메라부(305)는, 제1 카메라(310), 제2 카메라(315), 및 색선별 거울(dichroic mirror 또는 dichroic beamsplitter)(320)을 포함한다. 카메라부(305)는 제1 광원(325), 제2 광원(330), 제3 광원(335), 및 제4 광원(340)에서 동시에 조사되어 금속물체(345)의 표면에서 반사된 빛(빛들)을 획득하는 것에 의해 금속물체(345)의 표면 결합 검사를 위한 영상을 취득한다.
- [90] 색선별 거울(320)은 금속물체(345)의 표면에서 반사된 빛을 제1 파장(λ_1)을 가지는 빛과 제2 파장(λ_2)의 빛으로 분리한다. 색선별 거울(320)은 내부의 다층박막 내의 빛의 간섭효과에 의해 광량의 손실이 거의 없이 λ_1 의 파장대역의 빛을 투과시키고 λ_2 의 파장대역의 빛을 반사시킨다. 따라서 제1 카메라(310)와 제2 카메라(315)는 광량의 손실이 거의 없는 고명도의 영상 이미지를 획득할 수 있다.
- [91] 제1 카메라(310)는 색선별 거울(320)에서 분리된 제1 파장(λ_1)의 빛을 수직편파와 수평편파로 분리하여 획득하고 상기 획득된 수직편파와 수평편파를 이용하여 금속물체(345)의 표면 결합 검사를 위한 영상을 취득한다. 제2 카메라(315)는 색선별 거울(320)에서 분리된 제2 파장(λ_2)의 빛을 수직편파와 수평편파로 분리하여 획득하고 상기 획득된 수직편파와 수평편파를 이용하여

- 금속물체(345)의 표면 결함 검사를 위한 영상을 취득한다. 제1 카메라(310) 또는 제2 카메라(315)는 도 5에 도시된 카메라(100)의 구성 요소들을 포함한다.
- [92] 금속물체(345)는 정지된 금속 물체(예를 들어, 금속 강판) 또는 이동하는 금속 물체일 수 있다.
- [93] 금속 표면 결함 검출 장치(300)는 두 개의 서로 다른 파장대역들(λ_1, λ_2)의 4개의 독립적인 편광 조명들(325, 330, 335, 340)이 금속물체(345)의 표면에 동시에 조사될 때의 4개의 독립적인 영상들을 동시에 취득한다.
- [94] 금속 표면 결함 검출 장치(300)에 포함된 영상신호처리장치(미도시)는 카메라부(305)에서 획득된 영상정보를 입력받아 분석하고 신호처리하는 것에 의해 금속물체(345)의 표면 결함의 형태와 위치를 검출한다.
- [95] 영상신호처리장치는 금속 표면 결함 검출 장치(300)에 포함된 화면출력장치(미도시)에 연결될 수 있다. 화면출력장치는 영상신호처리장치에서 처리된 영상의 화면을 출력할 수 있다. 영상신호처리장치는 하드웨어, 소프트웨어, 또는 이들의 조합으로 구현될 수 있으며, 전용 프로세서 또는 컴퓨터로 구현될 수 있다.
- [96] 따라서 본 발명의 금속 표면 결함 검출 장치(300)는 도 1 또는 도 3에 도시된 조명의 순차적 점멸방법에 의해 얻어지는 영상처리 방법에 비하여 한 번의 촬영으로 4개의 서로 다른 조명의 위치와 각도를 가지는 영상을 취득하는 것에 의해 보다 세밀한 금속물체의 표면 결함 검사 또는 고속으로 이동하는 금속물체의 표면 결함 검사가 가능하도록 한다.
- [97] 본 발명의 금속 표면 결함 검출 장치(300)는 동시점의 영상을 획득하므로 명시야 영상과 암시야 영상의 동기화가 명확히 수행될 수 있다. 본 발명은 도 3에 도시된 표면 결함 검출 장치(90)와 달리 영상의 위치 동기화를 위한 인코더(encoder)와 같은 부가장치를 필요로 하지 않으므로 표면 결함 검출을 위한 광학계통인 카메라 시스템의 복잡도를 낮추고 카메라 시스템의 구성비용을 현저히 절감시킬 수 있다.
- [98] 또한, 본 발명의 금속 표면 결함 검출 장치(300)는 서로 다른 2개의 파장을 가지는 조명을 사용할 경우 각각의 동일 파장대역의 조명들에 대해 수평편파 및 수직편파를 구별하는 것에 의해 4개의 서로 다른 조명의 위치 및 각도에 따른 영상을 동시에 취득할 수 있다. 따라서 본 발명은 도 3에 도시된 표면 결함 검출 장치(90)보다 향상된 금속의 표면 결함 검출률을 가질 수 있다.
- [99] 도 10은 도 9에 도시된 금속 표면 결함 검출 장치(300)의 조명 배치의 실시예를 설명하는 평면도이다.
- [100] 도 10을 참조하면, 제1 광원($\lambda_1, 325$)과 제4 광원($\lambda_1, 340$)은 카메라부(305)를 기준으로(또는 중심으로) 서로 마주보며 배치되고, 제2 광원($\lambda_2, 330$)과 제3 광원($\lambda_2, 335$)은 카메라부(305)를 중심으로 서로 마주보며 배치된다. 그리고 제1 조명 쌍인 제1 광원(λ_1)과 제4 광원(λ_1)은 제2 조명 쌍인 제2 광원(λ_2)과 제3 광원(λ_2)과 서로 수직되도록 배치된다.

- [101] 즉, 카메라부(305)의 위쪽에서 보았을 때, 카메라부(305)는 제1 광원(λ_1)과 제4 광원(λ_1) 사이와, 제2 광원(λ_2)과 제3 광원(λ_2) 사이에 배치되고, 제1 광원(λ_1)과 제4 광원(λ_1)은 제2 광원(λ_2)과 제3 광원(λ_2)에 대하여 수직으로(직교하도록) 배치된다.
- [102] 도 11a는 도 9에 도시된 금속물체의 표면 결함 형태와 도 10에 도시된 조명 배치와의 관계를 설명하는 도면이다.
- [103] 도 11a를 참조하면, 금속물체의 결함(DEFECT)의 폭이 제1 광원(λ_1)의 방향과 제4 광원의 방향에서는 좁으므로 제1 광원(λ_1)과 제4 광원(λ_1)에 의해서는 결함(DEFECT)의 검출확률이 낮지만, 금속물체의 결함(DEFECT)의 폭이 제2 광원(λ_2)의 방향과 제3 광원(λ_2)의 방향에서는 넓으므로 제2 광원(λ_2)과 제3 광원(λ_2)에 의해서는 결함(DEFECT)의 검출확률이 높다.
- [104] 도 11b는 도 9에 도시된 금속물체의 표면 결함 형태와 도 10에 도시된 조명 배치와의 다른 관계를 설명하는 도면이다.
- [105] 도 11b를 참조하면, 금속물체의 결함(DEFECT)의 폭이 제2 광원(λ_2)의 방향과 제3 광원(λ_2)의 방향에서는 좁으므로 제2 광원(λ_2)과 제3 광원(λ_2)에 의해서는 결함(DEFECT)의 검출확률이 낮지만, 금속물체의 결함(DEFECT)의 폭이 제1 광원(λ_1)의 방향과 제4 광원(λ_1)의 방향에서는 넓으므로 제1 광원(λ_1)과 제4 광원(λ_1)에 의해서는 결함(DEFECT)의 검출확률이 높다.
- [106] 따라서 도 10에 도시된 조명 배치의 실시예는 결함의 형태 또는 결함의 방향과 무관하게 결함의 검출확률을 향상시킬 수 있다.
- [107] 본 발명의 다른 실시예에 따른 금속 표면 결함 검출 방법이 다음과 같이 설명된다. 상기 금속 표면결함 검출방법은 도 9에 도시된 금속 표면결함 검출장치(300)에 적용될 수 있다.
- [108] 금속 표면결함 검출방법은, 제1 조사 단계, 제2 조사 단계, 제3 조사 단계, 제4 조사 단계, 획득 단계, 및 검출 단계를 포함한다. 도 9를 참조하면, 상기 제1 조사 단계에서, 제1 각도에서 제1 파장(λ_1)의 선편광된 조명이 제1 광원(325)에 의해 금속물체(345)의 표면에 조사된다. 금속물체(345)는 정지된 금속 물체 또는 이동하는 금속 물체일 수 있다. 상기 제1 각도는 명시야 조명 또는 암시야 조명을 위한 각도일 수 있다.
- [109] 제2 조사 단계에 따르면, 제2 각도에서 제2 파장(λ_2)의 선편광된 조명이 제2 광원(330)에 의해 금속물체(345)의 표면에 조사된다. 상기 제2 각도는 명시야 조명 또는 암시야 조명을 위한 각도일 수 있다.
- [110] 제3 조사 단계에 따르면, 제3 각도에서 상기 제2 파장(λ_2)의 선편광된 조명과 직교하는 제2 파장(λ_2)의 선편광된 조명이 제3 광원(335)에 의해 금속물체(345)의 표면에 조사된다. 상기 제3 각도는 명시야 조명 또는 암시야 조명을 위한 각도일 수 있다.
- [111] 제4 조사 단계에 따르면, 제4 각도에서 상기 제1 파장(λ_1)의 선편광된 조명과 직교하는 제1 파장(λ_1)의 선편광된 조명이 제4 광원(340)에 의해

금속물체(345)의 표면에 조사된다. 상기 제4 각도는 명시야 조명 또는 암시야 조명을 위한 각도일 수 있다.

[112] 제1 조사 단계 내지 제4 조사 단계에서 상기 제1 파장의 조명 및 상기 제2 파장의 조명은 도 8에 도시된 방식과 유사한 방식으로 동시에 조사된다.

[113] 획득 단계에 따르면, 제1 조사 단계 내지 제4 조사 단계의 조명이 조사되어 금속물체(345)의 표면에서 반사된 빛의 영상이 카메라부(305)에 의해 동시에 획득된다. 카메라부(305)는 제1 카메라(310), 제2 카메라(315), 및 색선별 거울(320)을 포함한다.

[114] 검출 단계에 따르면, 표면 결함 검출 장치(300)의 영상신호처리장치는 상기 획득된 영상을 신호처리(예를 들어, 디지털 영상신호 처리)하여 금속물체(345)의 표면 결함(표면 결함 영상)을 검출한다.

[115] 이상에서와 같이, 도면과 명세서에서 실시예가 개시되었다. 여기서, 특정한 용어들이 사용되었으나, 이는 단지 본 발명을 설명하기 위한 목적에서 사용된 것이며 의미 한정이나 특허청구범위에 기재된 본 발명의 범위를 제한하기 위하여 사용된 것은 아니다. 그러므로 본 기술분야의 통상의 지식을 가진 자는 본 발명으로부터 다양한 변형 및 균등한 실시예가 가능하다는 점을 이해할 수 있을 것이다. 따라서 본 발명의 진정한 기술적 보호 범위는 첨부된 특허청구범위의 기술적 사상에 의해 정해져야 할 것이다.

청구범위

- [청구항 1] 서로 직교하는 선편광된 조명들을 금속물체의 표면에 동시에 조사할 때 상기 금속물체의 표면에서 반사된 빛을 수직편파 및 수평편파로 분리하는 편광분리기;
상기 수직편파의 영상을 획득하는 제1 전하결합소자(charge coupled device); 및
상기 수평편파의 영상을 획득하는 제2 전하결합소자를 포함하는 카메라.
- [청구항 2] 제1항에 있어서,
상기 편광분리기는 편광 빔스플리터 큐브(polarizing beamsplitter cube)인 카메라.
- [청구항 3] 명시야 조건에서 선편광된 조명을 금속물체의 표면에 조사하는 제1 광원;
암시야 조건에서 상기 선편광된 조명과 서로 직교하고 상기 선편광된 조명의 파장과 동일한 파장을 가지는 선편광된 조명을 상기 제1 광원과 동시에 상기 금속물체의 표면에 조사하는 제2 광원; 및
상기 금속물체의 표면에서 반사된 빛을 획득하여 상기 금속물체의 표면 결함 검사를 위한 영상을 취득하는 카메라를 포함하는 금속 표면 결함 검출 장치.
- [청구항 4] 제3항에 있어서, 상기 카메라는,
상기 금속물체의 표면에서 반사된 빛을 수직편파 및 수평편파로 분리하는 편광분리기;
상기 수직편파의 영상을 획득하는 제1 전하결합소자; 및
상기 수평편파의 영상을 획득하는 제2 전하결합소자를 포함하는 금속 표면 결함 검출 장치.
- [청구항 5] 제4항에 있어서,
상기 편광분리기는 편광 빔스플리터 큐브인 금속 표면 결함 검출 장치.
- [청구항 6] 제3항에 있어서,
상기 금속물체는 정지된 금속물체 또는 이동하는 금속물체인 금속 표면 결함 검출 장치.
- [청구항 7] 명시야 조건에서 제1 파장의 선편광된 조명을 금속물체의 표면에 조사하는 제1 광원;
암시야 조건에서 제2 파장의 선편광된 조명을 상기 금속물체의 표면에 조사하는 제2 광원;
암시야 조건에서 상기 제2 파장의 선편광된 조명과 직교하는 제2

파장의 선편광된 조명을 상기 금속물체의 표면에 조사하는 제3 광원;

암시야 조건에서 상기 제1 파장의 선편광된 조명과 직교하는 제1 파장의 선편광된 조명을 상기 금속물체의 표면에 조사하는 제4 광원; 및

상기 금속물체의 표면에서 반사된 빛을 획득하여 상기 금속물체의 표면 결함 검사를 위한 영상을 취득하는 카메라부를 포함하며, 상기 제1 광원, 상기 제2 광원, 상기 제3 광원, 및 상기 제4 광원은 조명들을 동시에 조사하는 금속 표면 결함 검출 장치.

[청구항 8]

제7항에 있어서,

상기 카메라부는 상기 제1 광원 및 상기 제4 광원 사이와, 상기 제2 광원 및 상기 제3 광원 사이에 배치되고, 상기 제1 광원 및 상기 제4 광원은 상기 제2 광원 및 상기 제3 광원에 대하여 직교하도록 배치되는 금속 표면 결함 검출 장치.

[청구항 9]

제7항에 있어서, 상기 카메라부는,

상기 금속물체의 표면에서 반사된 빛을 상기 제1 파장의 빛과 상기 제2 파장의 빛으로 분리하는 색선별 거울;

상기 색선별 거울에서 분리된 제1 파장의 빛을 수직편파와 수평편파로 분리하여 획득하고 상기 획득된 수직편파와 수평편파를 이용하여 상기 금속물체의 표면 결함 검사를 위한 영상을 취득하는 제1 카메라; 및

상기 색선별 거울에서 분리된 제2 파장의 빛을 수직편파와 수평편파로 분리하여 획득하고 상기 획득된 수직편파와 수평편파를 이용하여 상기 금속물체의 표면 결함 검사를 위한 영상을 취득하는 제2 카메라를 포함하는 금속 표면 결함 검출 장치.

[청구항 10]

제9항에 있어서, 상기 제1 카메라는,

상기 색선별 거울에서 분리된 제1 파장의 빛을 상기 수직편파 및 상기 수평편파로 분리하는 편광분리기;

상기 편광분리기에서 분리된 수직편파의 영상을 획득하는 제1 전하결합소자; 및

상기 편광분리기에서 분리된 수평편파의 영상을 획득하는 제2 전하결합소자를 포함하는 금속 표면 결함 검출 장치.

[청구항 11]

제9항에 있어서, 상기 제2 카메라는,

상기 색선별 거울에서 분리된 제2 파장의 빛을 상기 수직편파 및 상기 수평편파로 분리하는 편광분리기;

상기 편광분리기에서 분리된 수직편파의 영상을 획득하는 제1 전하결합소자; 및

상기 편광분리기에서 분리된 수평편파의 영상을 획득하는 제2 전하결합소자를 포함하는 금속 표면 결함 검출 장치.

[청구항 12]

제7항에 있어서,

상기 금속물체는 정지된 금속물체 또는 이동하는 금속물체인 금속 표면 결함 검출 장치.

[청구항 13]

제1 각도에서 제1 파장의 선편광된 조명을 금속물체의 표면에 조사하는 제1 광원;

제2 각도에서 제2 파장의 선편광된 조명을 상기 금속물체의 표면에 조사하는 제2 광원;

제3 각도에서 상기 제2 파장의 선편광된 조명과 직교하는 제2 파장의 선편광된 조명을 상기 금속물체의 표면에 조사하는 제3 광원;

제4 각도에서 상기 제1 파장의 선편광된 조명과 직교하는 제1 파장의 선편광된 조명을 상기 금속물체의 표면에 조사하는 제4 광원; 및

상기 금속물체의 표면에서 반사된 빛을 획득하여 상기 금속물체의 표면 결함 검사를 위한 영상을 취득하는 카메라부를 포함하며, 상기 제1 광원, 상기 제2 광원, 상기 제3 광원, 및 상기 제4 광원은 조명들을 동시에 조사하고, 상기 제1 각도, 상기 제2 각도, 상기 제3 각도, 또는 상기 제4 각도는 명시야 조명 또는 암시야 조명을 위한 각도인 금속 표면 결함 검출 장치.

[청구항 14]

(a) 명시야 조건에서 선편광된 조명을 금속물체의 표면에 조사하는 단계;

(b) 암시야 조건에서 상기 선편광된 조명과 서로 직교하고 상기 선편광된 조명의 파장과 동일한 파장을 가지는 선편광된 조명을 상기 명시야 조건에서의 선편광된 조명의 조사와 동시에 상기 금속물체의 표면에 조사하는 단계;

(c) 상기 금속물체의 표면에서 반사된 빛의 영상을 동시에 획득하는 단계; 및

(d) 상기 획득된 영상을 신호처리하여 상기 금속물체의 표면 결함을 검출하는 단계를 포함하는 금속 표면 결함 검출 방법.

[청구항 15]

(a) 제1 각도에서 제1 파장의 선편광된 조명을 금속물체의 표면에 조사하는 단계;

(b) 제2 각도에서 제2 파장의 선편광된 조명을 상기 금속물체의 표면에 조사하는 단계;

(c) 제3 각도에서 상기 제2 파장의 선편광된 조명과 직교하는 제2 파장의 선편광된 조명을 상기 금속물체의 표면에 조사하는 단계;

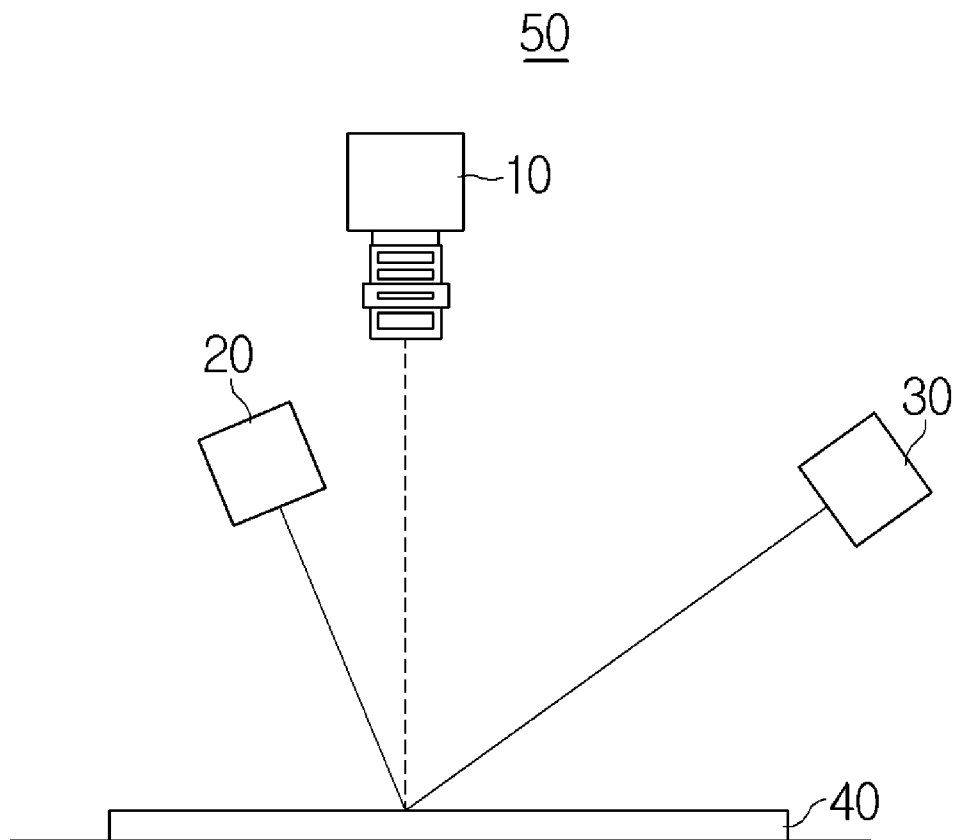
(d) 제4 각도에서 상기 제1 파장의 선편광된 조명과 직교하는 제1

파장의 선평광된 조명을 상기 금속물체의 표면에 조사하는 단계;
(e) 상기 금속물체의 표면에서 반사된 빛의 영상을 동시에
획득하는 단계; 및

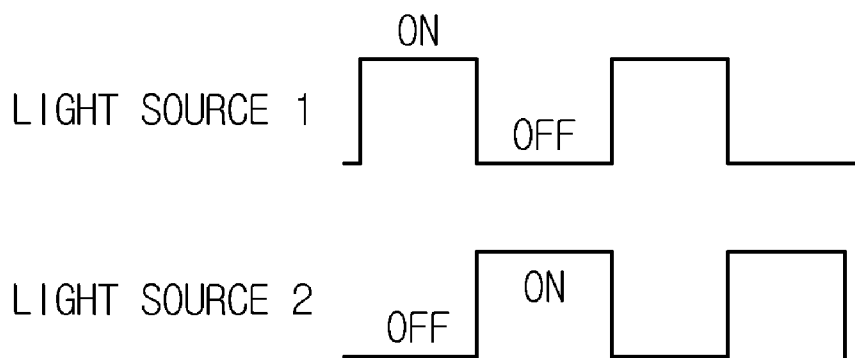
(f) 상기 획득된 영상을 신호처리하여 상기 금속물체의 표면
결함을 검출하는 단계를 포함하며,

상기 제1 파장의 조명 및 상기 제2 파장의 조명은 동시에 조사되고,
상기 제1 각도, 상기 제2 각도, 상기 제3 각도, 또는 상기 제4 각도는
명시야 조명 또는 암시야 조명을 위한 각도인 금속 표면 결함 검출
방법.

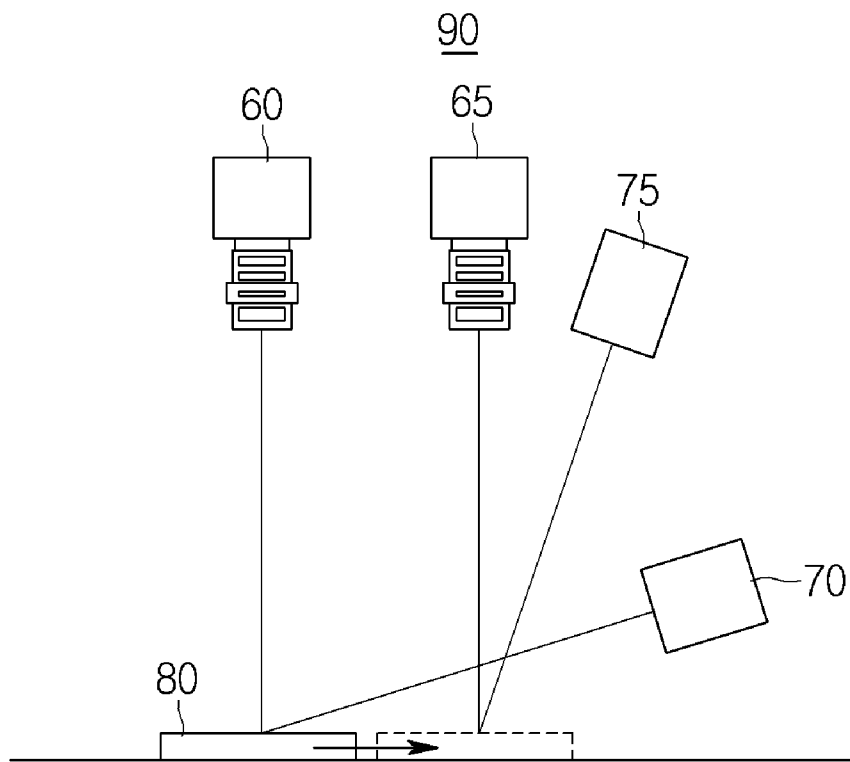
[Fig. 1]



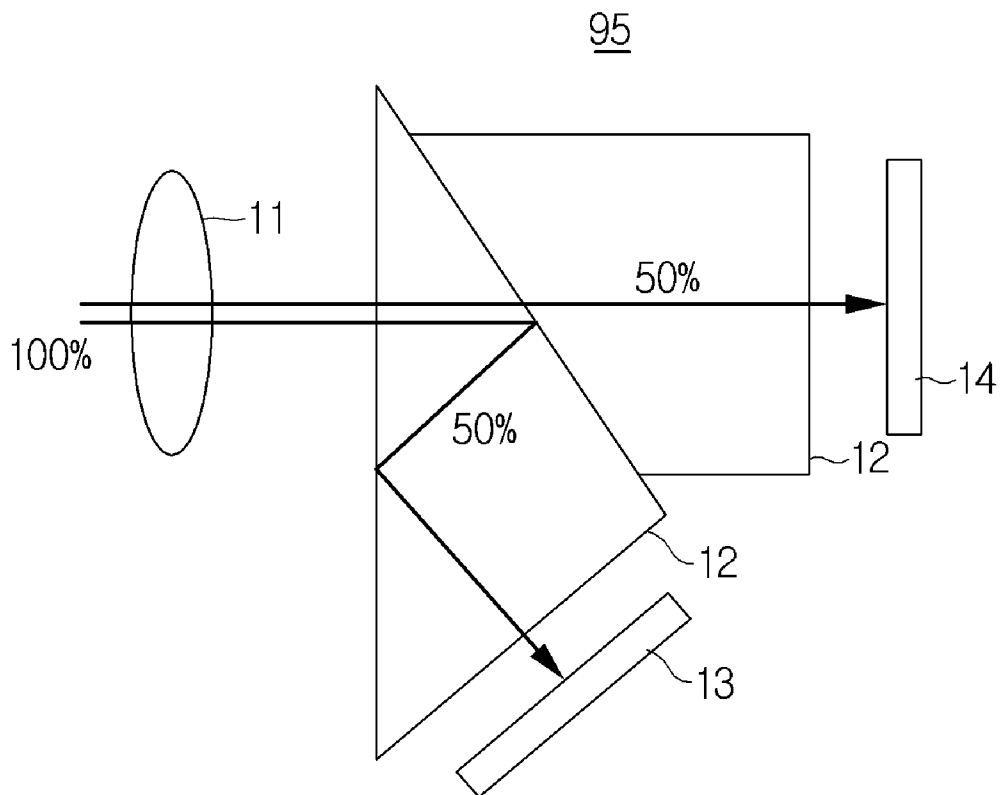
[Fig. 2]



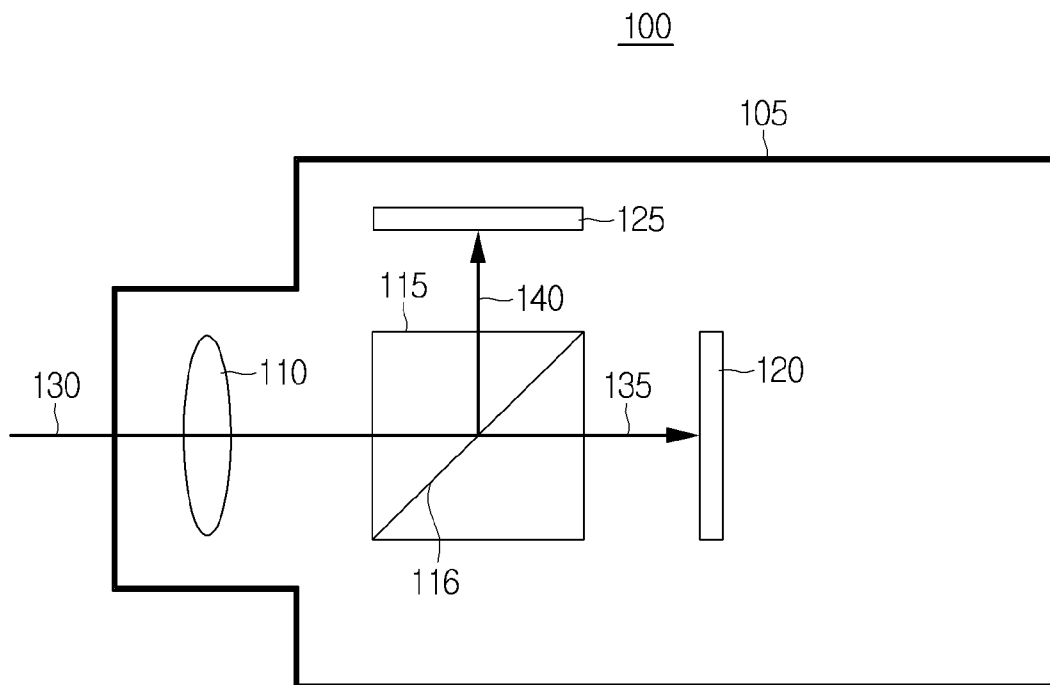
[Fig. 3]



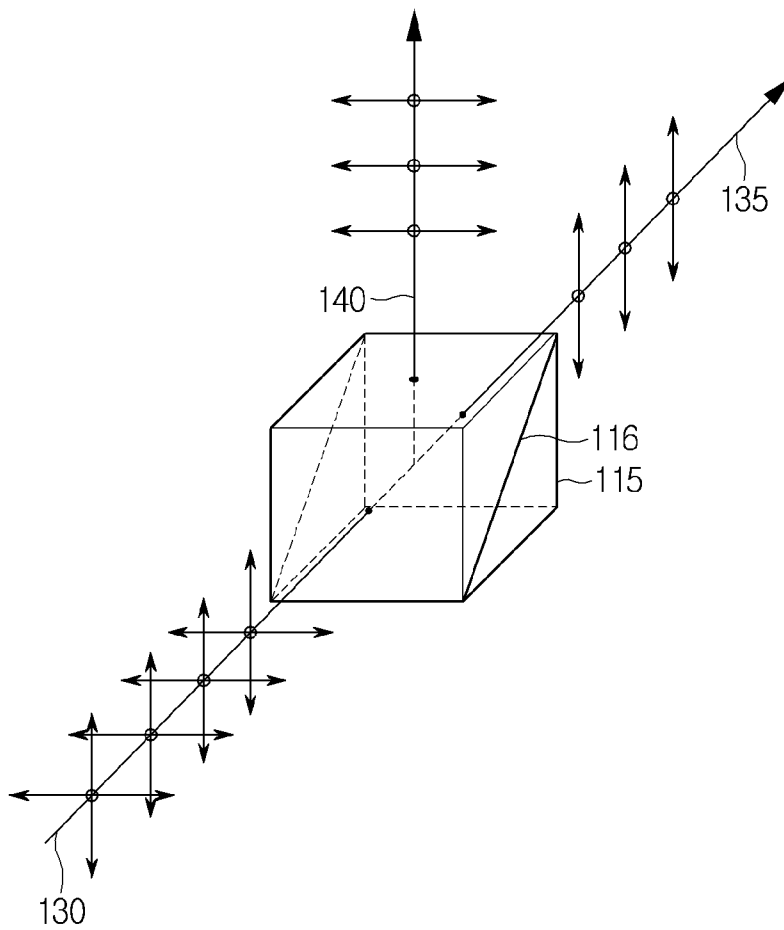
[Fig. 4]



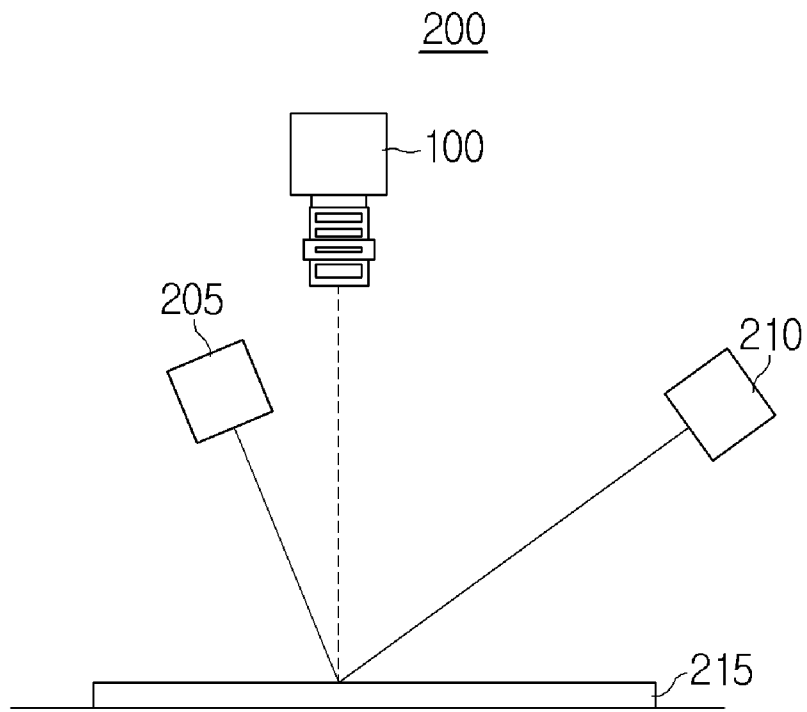
[Fig. 5]



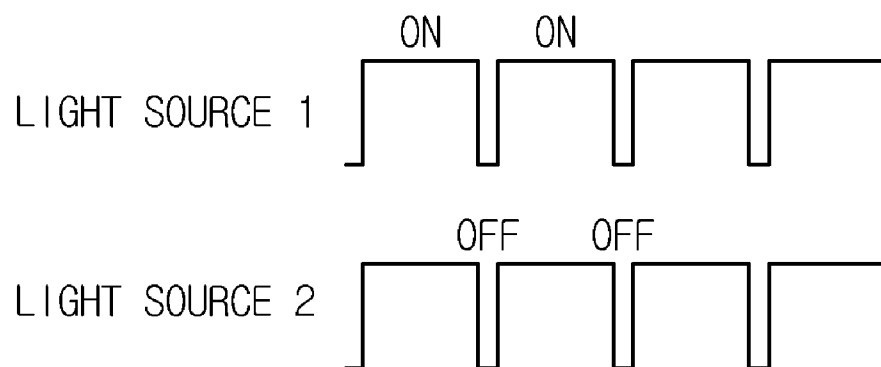
[Fig. 6]



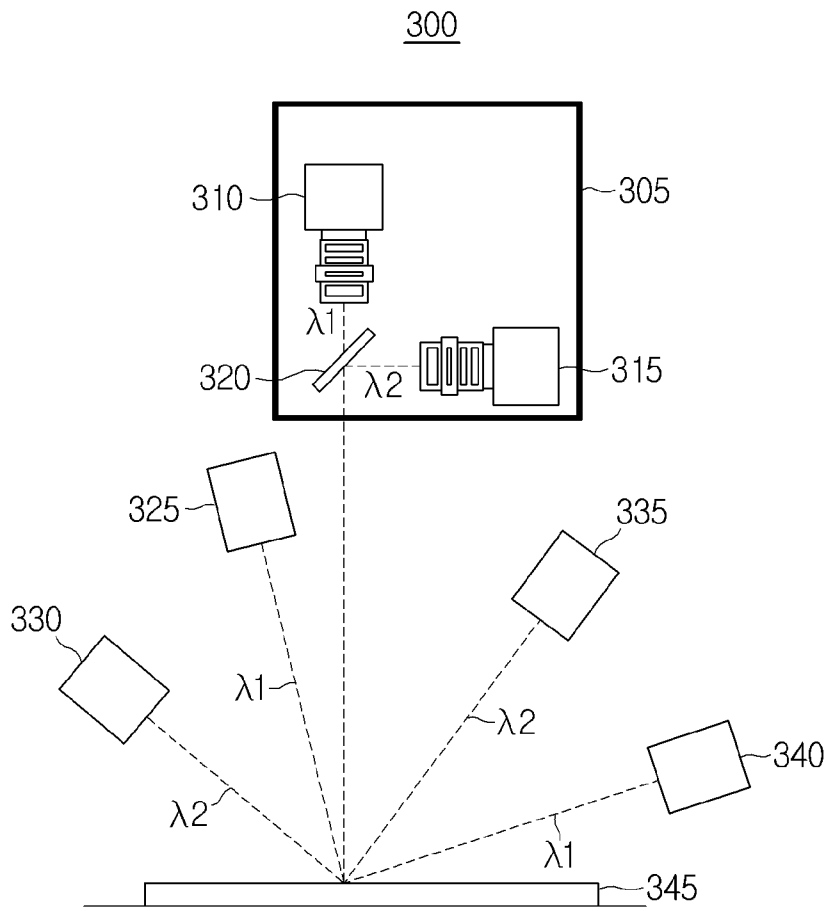
[Fig. 7]



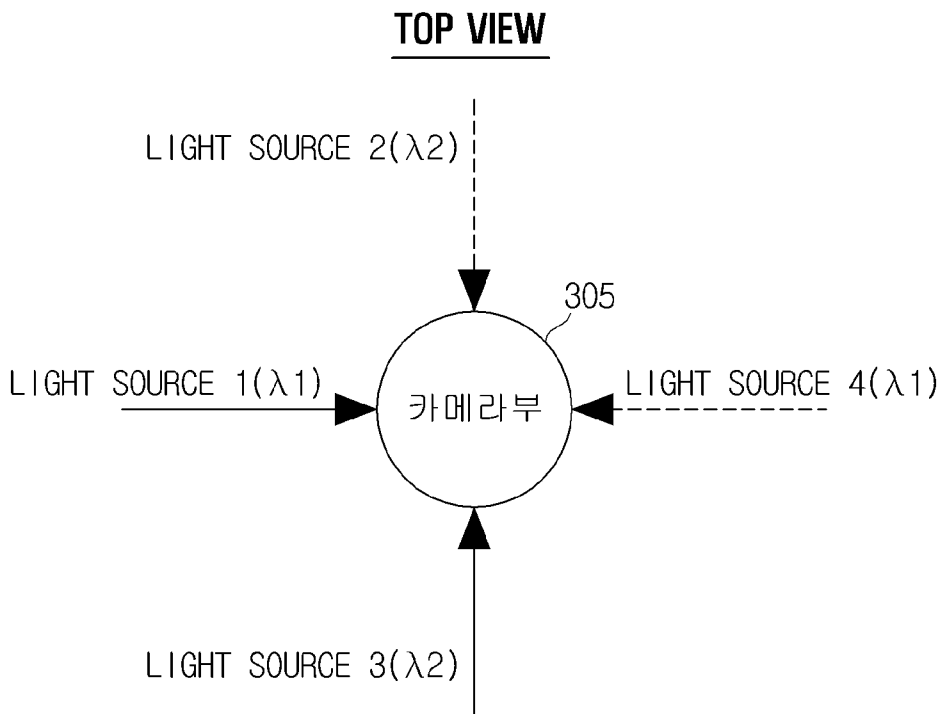
[Fig. 8]



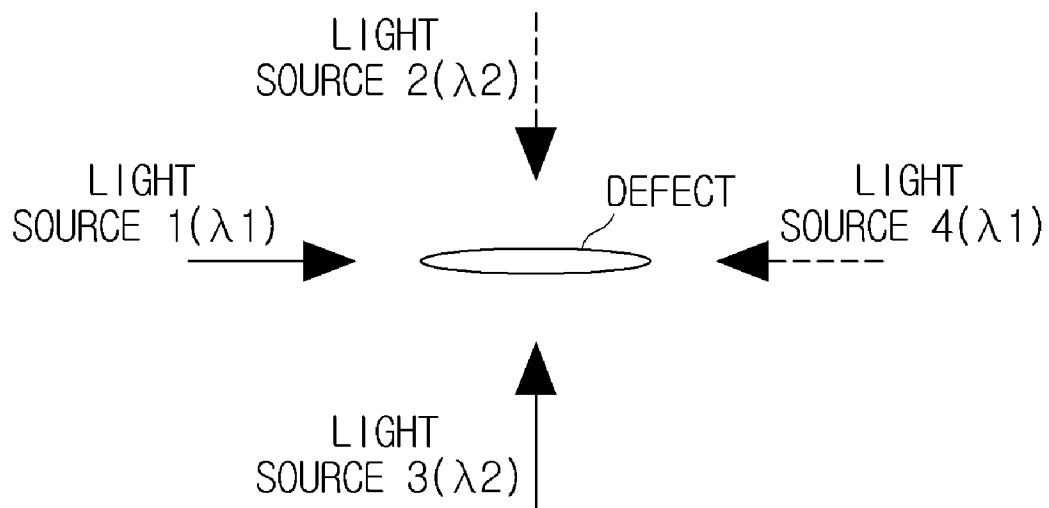
[Fig. 9]



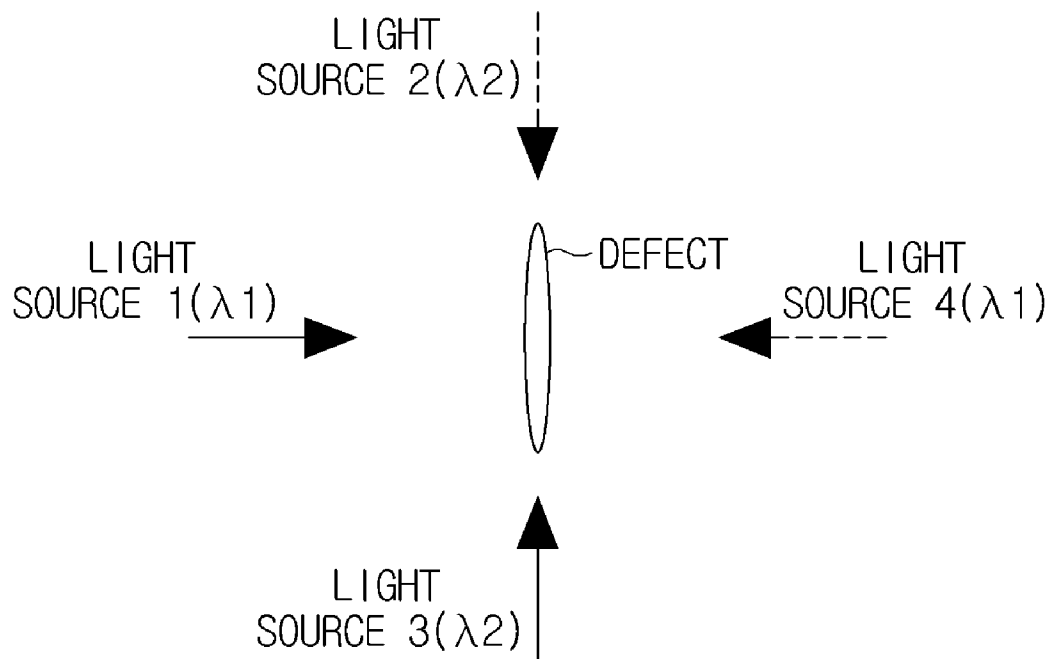
[Fig. 10]



[Fig. 11a]

CASE 1

[Fig. 11b]

CASE 2

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/KR2011/005282**A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER****G01N 21/88(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 21/88; G01N 21/01; G01N 21/89; G01N 21/00; G01N 27/82; G01N 33/44

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: polarization, permeation, reflection, camera, image, defect, surface, detection

C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
A	KR 10-2010-0058012 A (CHARM ENGINEERING CO.,LTD. et al.) 03 June 2010 See claim 1 and figure 1.	1-15
A	KR 10-2001-0067345 A (KABUSHIKI KAISHA HITACHI SEISAKUSHO) 12 July 2001 See claims 1,5 and figure 1.	1-15
A	JP 07-092104 A (MEC:KK) 07 April 1995 See claims 1-2 and figure 1.	1-15
A	KR 10-0125596 B1 (SKC CO., LTD.) 01 July 1998 See claim 1 and figures 4-5.	1-15



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

14 JUNE 2012 (14.06.2012)

Date of mailing of the international search report

15 JUNE 2012 (15.06.2012)

Name and mailing address of the ISA/KR



Korean Intellectual Property Office
Government Complex-Daejeon, 139 Seonsa-ro, Daejeon 302-701,
Republic of Korea

Facsimile No. 82-42-472-7140

Authorized officer

Telephone No.

INTERNATIONAL SEARCH REPORT
Information on patent family members

International application No.

PCT/KR2011/005282

Patent document cited in search report	Publication date	Patent family member	Publication date
KR 10-2010-0058012 A	03.06.2010	NONE	
KR 10-2001-0067345 A	12.07.2001	EP 1096249 A2	02.05.2001
		EP 1096249 A3	07.11.2001
		JP 2001-194316 A	19.07.2001
		JP 2005-351910 A	22.12.2005
		TW 586003 A	01.05.2004
		US 2005-0259861 A1	24.11.2005
		US 6950545 B1	27.09.2005
		US 7215807 B2	08.05.2007
JP 07-092104 A	07.04.1995	NONE	
KR 10-0125596 B1	01.07.1998	NONE	

A. 발명이 속하는 기술분류(국제특허분류(IPC)) G01N 21/88(2006.01)i		
B. 조사된 분야 조사된 최소문헌(국제특허분류를 기재) G01N 21/88; G01N 21/01; G01N 21/89; G01N 21/00; G01N 27/82; G01N 33/44 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:편광, 투과, 반사, 카메라, 영상, 결합, 표면, 검출		
C. 관련 문헌		
카테고리*	인용문헌명 및 관련 구절(해당하는 경우)의 기재	관련 청구항
A	KR 10-2010-0058012 A (참앤씨(주) 외 1명) 2010.06.03 청구항 1항 및 도면 제1도 참조.	1-15
A	KR 10-2001-0067345 A (히타치세이사쿠쇼 주식회사) 2001.07.12 청구항 1,5항 및 도면 제1도 참조.	1-15
A	JP 07-092104 A (맥 주식회사) 1995.04.07 청구항 1-2항 및 도면 제1도 참조.	1-15
A	KR 10-0125596 B1 (에스.케이.씨 주식회사) 1998.07.01 청구항 1항 및 도면 제4-5도 참조.	1-15
☐ 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 이후에 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 신구성 또는 진보성이 없는 것으로 본다. “Y” 특별한 관련이 있는 문헌. 해당 문헌이 하나 이상의 다른 문헌과 조합하는 경우로 그 조합이 당업자에게 자명한 경우 청구된 발명은 진보성이 없는 것으로 본다. “&” 동일한 대응특허문헌에 속하는 문헌		
국제조사의 실제 완료일 2012년 06월 14일 (14.06.2012)	국제조사보고서 발송일 2012년 06월 15일 (15.06.2012)	
ISA/KR의 명칭 및 우편주소 대한민국 특허청 (302-701) 대전광역시 서구 청사로 189, 4동 (둔산동, 정부대전청사) 팩스 번호 82-42-472-7140	심사관 최현구 전화번호 82-42-481-8434 	

국제조사보고서에서 인용된 특허문헌	공개일	대응특허문헌	공개일
KR 10-2010-0058012 A	2010.06.03	없음	
KR 10-2001-0067345 A	2001.07.12	EP 1096249 A2	2001.05.02
		EP 1096249 A3	2001.11.07
		JP 2001-194316 A	2001.07.19
		JP 2005-351910 A	2005.12.22
		TW 586003 A	2004.05.01
		US 2005-0259861 A1	2005.11.24
		US 6950545 B1	2005.09.27
		US 7215807 B2	2007.05.08
JP 07-092104 A	1995.04.07	없음	
KR 10-0125596 B1	1998.07.01	없음	