

(12) 특허협력조약에 의하여 공개된 국제출원

(19) 세계지식재산권기구
국제사무국

(43) 국제공개일
2015년 6월 4일 (04.06.2015)



(10) 국제공개번호
WO 2015/080480 A1

- (51) 국제특허분류:
H01L 21/66 (2006.01)
- (21) 국제출원번호: PCT/KR2014/011459
- (22) 국제출원일: 2014년 11월 27일 (27.11.2014)
- (25) 출원언어: 한국어
- (26) 공개언어: 한국어
- (30) 우선권정보:
10-2013-0146941 2013년 11월 29일 (29.11.2013) KR
10-2014-0021568 2014년 2월 24일 (24.02.2014) KR
- (71) 출원인: (주)넥스틴 (NEXTIN, INC.) [KR/KR]; 463-400 경기도 성남시 분당구 판교로 253, 이노밸리 제씨동 102호 (삼평동), Gyeonggi-do (KR). 삼성전자주식회사 (SAMSUNG ELECTRONICS CO., LTD.) [KR/KR]; 443-742 경기도 수원시 영통구 삼성로 129(매탄동), Gyeonggi-do (KR).
- (72) 발명자: 박태훈 (PARK, Tae Hoon); 448-783 경기도 용인시 수지구 수지로 342 번길 18, 111 동 902호 (풍덕천동, 현대아파트), Gyeonggi-do (KR). 램시갈 (RAM, Segal); 7405753 네스 지오나 아하론 박서, 33 비, Nes Ziona (IL).
- (74) 대리인: 특허법인 세원 (SEWON PATENT LAW FIRM); 137-876 서울시 서초구 사임당로 26, 11층(서초동, 신원빌딩), Seoul (KR).

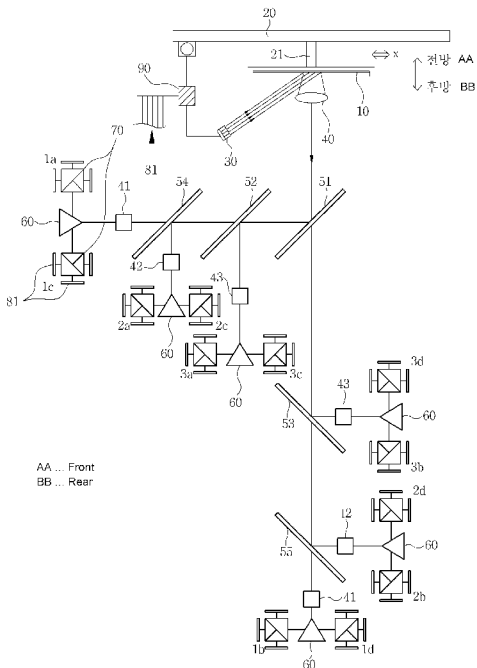
- (81) 지정국 (별도의 표시가 없는 한, 가능한 모든 종류의 국내 권리의 보호를 위하여): AE, AG, AL, AM, AO, AT, AU, AZ, BA, BB, BG, BH, BN, BR, BW, BY, BZ, CA, CH, CL, CN, CO, CR, CU, CZ, DE, DK, DM, DO, DZ, EC, EE, EG, ES, FI, GB, GD, GE, GH, GM, GT, HN, HR, HU, ID, IL, IN, IR, IS, JP, KE, KG, KN, KP, KZ, LA, LC, LK, LR, LS, LU, LY, 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 역내 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, 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 제 21 조(3))

(54) Title: WAFER IMAGE INSPECTION APPARATUS

(54) 발명의 명칭 : 웨이퍼 영상 검사 장치



(57) Abstract: Disclosed is a wafer image inspection apparatus which obtains and inspects a wafer image to inspect defects of a semiconductor wafer, wherein a plurality of images having different points of focus can be simultaneously obtained by splitting an image beam for the portion to be inspected. The apparatus may comprise: a lighting portion for generating light; a lens portion for obtaining a wafer image, which is reflected after the light has been reflected onto a wafer to be inspected, and then delivering the wafer image by lighting same in one direction; a dividing optical element for dividing the wafer image delivered from the lens portion; an image detection portion comprising a plurality of image-capturing elements, which are installed so that images which have passed through the lens portion and the dividing optical element are respectively formed on different focus positions; and an image processing portion for combining the images on different focus positions captured by the plurality of image capturing elements to form a TSOM image, and comparing the TSOM image with a TSOM image of a normal semiconductor device part to determine whether an object is defective.

(57) 요약서: 반도체 웨이퍼의 결함을 검사하기 위해 웨이퍼 영상을 획득, 검사하되 검사 대상 부분에 대한 영상 빔을 분할하여 동시에 초점 위치를 달리하는 복수 영상을 얻도록 이루어지는 웨이퍼 영상 검사 장치가 개시된다. 이 장치는 조명광을 발생시키는 조명부, 조명광이 검사 대상 웨이퍼에 조사된 후 반사되는 웨이퍼 영상을 획득하여 일방으로 비추어 전달하는 렌즈부, 렌즈부로부터 전달된 웨이퍼 영상을 분할하는 분할광학요소, 이들 렌즈부 및 분할광학요소를 거친 영상이 각각 다른 초점 위치로 결상되도록 설치되는 복수의 촬상소자로 이루어진 영상검출부, 복수의 촬상소자에서 촬상된 서로다른 초점 위치의 영상을 결합하여 TSOM 영상을 구성하고, 이 TSOM 영상을 정상적인 반도체 장치 부분에 대한 TSOM 영상과 비교하여 대상물의 불량 여부를 판단하는 영상 처리부를 구비하여 이루어질 수 있다.

WO 2015/080480 A1

명세서

발명의 명칭: 웨이퍼 영상 검사 장치

기술분야

- [1] 본 발명은 웨이퍼 검사 장치에 관한 것으로, 보다 상세하게는 반도체 회로가 형성된 웨이퍼 부분에 대한 영상을 얻고 이를 분석하여 결함 존재 여부를 검사할 수 있는 웨이퍼 검사 장치에 관한 것이다.

배경기술

- [2] 웨이퍼의 검사를 위한 하나의 방법으로서 웨이퍼의 부분에 대한 영상을 획득하고 검사하는 웨이퍼 검사 장치에서는 통상적으로 촬상을 위해 웨이퍼가 정해진 영역을 지나면서 웨이퍼의 해당 영역에 대해 일정 주기로 단일과장 펄스 조명광을 비추게 된다. 그리고 한 번의 펄스 조명에 의해 렌즈부가 영상을 얻을 수 있는 대상영역((FOV:Field Of View)이 비추어지고 대상영역의 반사광은 렌즈부를 통과하여 렌즈부 뒤쪽에서 스크린의 역할을 하는 촬상소자의 화소부에 웨이퍼의 촬상영역 영상이 맺히게 된다. 일단, 웨이퍼의 촬상영역에 대한 촬상이 이루어지면 다음 번 펄스 조명 시간에는 그 촬상영역에 인접한 다음 촬상영역이 촬상될 수 있도록 웨이퍼가 움직이게 된다.
- [3] 웨이퍼 모든 영역을 촬상하기 위해서는, 펄스조명 시간은 매우 짧아 이 시간중에는 웨이퍼는 거의 움직이지 않는다고 전제하고, 촬상소자가 한번의 촬상으로 커버할 수 있는 촬상 대상 영역의 폭만큼씩 웨이퍼가 펄스조명 주기동안 폭방향으로 이동해야 한다.
- [4] 그런데, 조명에 의해 비추어진 촬상 대상 영역을 하나의 개별 촬상소자로 촬상하는 것은 기존 촬상소자의 용량이 제한되어 있어서 전체 웨이퍼를 검사하기에 시간이 너무 많이 걸리고, 촬상소자 용량이 큰 것을 사용할 수 있다고 하더라도 이 촬상소자와 연결되어 영상을 분석하는 컴퓨터 시스템에서 분석에 많은 시간이 소요되므로 적합하지 않았다.
- [5] 따라서, 촬상부 전체는 복수의 단위 촬상소자를 배치하여 초점표면배열(FPA: Focal Plane Array)을 이루도록 하여, 한번에 촬상할 수 있는 웨이퍼 면적을 늘리고, 각각의 촬상소자를 하나의 컴퓨터로 분석하여 웨이퍼 검사에 걸리는 시간을 줄이는 영역센서(Area sensor)형 웨이퍼 영상 검사 장치가 사용된다.
- [6] 그런데, 초점표면배열에 있어서 현실적으로 복수의 단위 촬상소자를 서로 밀착시켜 배치하는 것은 어렵다. 가령, 각각의 촬상소자는 영상을 받는 화소영역 외에도 이들 화소영역에 맺힌 영상에 해당하는 정보 신호를 외부로 인출하기 위한 행, 열 별 리드선이 설치되어야 하고, 이런 리드선 설치를 위해 화소영역 주변에는 설치면적 혹은 설치공간이 필요하다. 이런 리드선 설치 공간을 고려할 때 다수 촬상소자의 화소영역을 빈틈없이 행렬로 배치한다는 것은 생각하기 어렵다.

- [7] 따라서 웨이퍼의 촬상영역의 영상이 맺히는 초점표면에 배치될 단위 촬상소자의 가상의 행렬에 포함될 복수 개의 단위 촬상소자를 현실에서는 공간적으로 분리시켜 설치하고, 광학요소를 사용하여 초점표면에 비추어질 영상을 영역별로 분할하여 공간적으로 분리, 설치된 개별 촬상소자에 분배하는 방식이 사용되고 있다.
- [8] 이런 방식으로 공간적으로 분할된 개별 촬상소자를 이용하면서 웨이퍼 유효 영역 전체에 걸쳐 촬상 및 영상 분석을 하고, 그에 의한 결함 검출이 이루어지는 웨이퍼 검사 장치는 네거브테크 리미티드에 의한 대한민국 특허등록 제1113602호에 개시되어 있으며 도1의 사시도는 이러한 종래의 웨이퍼 영상 검사 장치 개념을 나타내고 있다.
- [9] 이런 장치에서는 초점표면을 형성하는 복수 개의 단위 촬상소자, 즉, 이차원 검출기(87a, 87c, 87d, 87e, 87f)와 이들 이차원 검출기 사이에서 초점표면의 이미지를 분할하도록 동작하는 적어도 하나의 광학요소(optic element), 여기서는 유리판 형태의 빔 스플리터(69), 프리즘(89a, 89b, 95), 거울 등을 사용하여 초점표면의 이미지를 분할하게 된다.
- [10] 이런 장치에서는 대상 영역의 정확한 영상을 확보하기 위해 항상 복수의 단위 촬상소자를 배치할 때 초점표면배열(FPA: Focal Plane Array)을 이루도록 하는 것을 기본으로 하며, 초점표면배열 외의 영상은 항상 장비의 재설정(setting)의 대상이 되고 있다.
- [11] 한편, 반도체 장치는 원래 소자 및 도선과 같은 회로 요소를 작은 크기로 평면에 집적시켜 회로장치를 형성하였고, 집적도를 높이기 위해 소자 및 도선 크기를 계속하여 줄이는 방법을 사용하였다. 그러나, 소자 집적도가 늘어나면서 소자와 도선의 크기를 줄이는 것은 반도체 장치를 만드는 공정상의 여러 가지 한계, 가령 포토리소그래피 공정의 광학적인 한계 등으로 어려워졌고, 또한 소자의 크기를 줄이는 것이 소자 기능의 문제를 가져올 수 있는 상태에 이르고 있다.
- [12] 이런 상황에서 반도체 장치의 소자 집적도를 높이기 위해 반도체 장치의 복층화와 소자 구성의 입체화와 같은 3차원적 장치 구성이 많이 모색되고 이루어지고 있다.
- [13] 고도로 정밀하고 복잡 다단한 공정 단계를 거쳐 반도체 장치의 생산이 이루어질 때 반도체 장치가 설계대로 정상적인 형태로 이루어져 제 기능을 발휘할 수 있는가를 확인하는 검사 작업은 공정 불량을 발견하고 문제점을 찾아 시정하여 공정의 효율 및 효과성을 높이는 데 매우 중요한 역할을 한다.
- [14] 기존의 반도체 장치 검사 장비 가운데 영상을 이용한 검사 장비는 대상 반도체 장치의 일부에 대한 영상을 획득하여 그 영상이 정상적인가 여부를 판단하여 반도체 장치의 불량 여부를 확인하게 되는데, 반도체 장치의 3차원적 구성은 종래의 평면적인 반도체 장치의 검사 방식으로는 검사를 충분히 적절하게 할 수 없도록 만드는 문제를 발생시키고 있다.
- [15] 가령, 패턴이 너무 작으면 조명 빔이 그 사이로 투입되어 도달하기 어렵고

광학현미경은 사용되는 빛의 파장 크기의 절반보다 더 큰 경우에만 의미 있는 해상도 결과를 주며, 반도체 장치 검사와 같은 작은 패턴 검사에서 현미경 사용자는 비슷한 패턴을 일정한 거리로 그룹을 지어 배열해 놓고, 빛이 얼마나 그 그룹 사이에서 분산되는지를 관측하여 크기를 결정하는 방법을 사용할 수 있는데 이런 방법에서는 반도체 장치의 새로운 3차원 구조를 측정하기에는 매우 많은 어려움이 존재한다는 것이다.

- [16] 물론 비광학적인 측정 방법도 고려할 수 있지만 원자현미경(scanning probe microscopy)과 같은 비광학적 이미지처리 방식은 비싸고 느리므로 실용적인 검사장치로 사용되기는 어렵다.
- [17] 최근 미국 국립표준기술연구소(NIST)의 라비키란 아토타(Ravikiran Attota) 등은 쓰루-포커스 스캔 광학현미경(Through focus Scanning Optical Microscopy: TSOM)을 이용하여 3차원적 미세 패턴을 측정할 수 있는 가능성을 제시하고 있다.("TSOM method for semiconductor metrology", Proc.SPIE 7971, Metrology, Inspection, and Process Control for Microlithography XXV, 79710T, April 20, 2011)
- [18] 이 기술은 기존의 광학현미경을 사용하지만, 동일한 대상에 대해 서로 다른 초점 위치에서 2차원 이미지를 수집하여 대상에 대한 3차원적 영상 데이터 공간을 만드는 방법을 사용한다. 따라서, 얻어진 2차원 이미지들은 초점이 맞은 이미지(in-focus image)와 초점이 맞지 않는 초점 외 이미지(out-of-focus image)를 여럿을 포함한 쓰루 포커스 이미지(through-focus image)를 구성하게 된다. 이러한 3차원적 영상 데이터 공간에 대한 컴퓨터 처리가 이루어진다. 컴퓨터는 수집된 동일 대상에 대한 복수 개의 쓰루 포커스 이미지(through-focus image)로부터 휘도(brightness) 프로파일을 추출하고 초점 위치 정보를 이용하여 쓰루-포커스 스캔 광학현미경(TSOM) 이미지를 만들게 된다.
- [19] 쓰루-포커스 스캔 광학현미경(TSOM)이 제공하는 이미지는 통상의 사진과 달리 구체적으로 대상을 그대로 나타내는 것은 아니며, 약간 추상적이지만, 그들 이미지 사이의 차이는 측정된 대상 3차원 구조체의 미세한 모양 차이를 추론할 수 있도록 한다.
- [20] 시뮬레이션 연구를 통해 쓰루-포커스 스캔 광학현미경(TSOM)은 10나노미터 이하의 특성을 측정할 수 있는 것으로 알려져 있으며, 미세한 3차원 구조체 형상 분석에 대한 가능성을 제시하고 있다.
- [21] 그러나, 아직 매우 작은 대상에 대하여 많은 초점 위치를 달리하는 광학 영상을 얻는 것은 시간이 많이 걸리는 작업이고, 기존에 이를 해결하여 실질적 반도체 장치 조사에 사용되는 방법은 아직 적당하게 제시되지 못하고 있다.

발명의 상세한 설명

기술적 과제

- [22] 본 발명은 웨이퍼가 놓이는 스테이지나 웨이퍼 영상을 획득하는 렌즈부가 움직이지 않으면서, 실질적으로 동시에 서로 다른 초점 위치의 복수 영상을 얻을

수 있는 웨이퍼 검사 장치를 제공하는 것을 목적으로 한다.

- [23] 이런 서로 다른 초점 위치의 복수 영상은 쓰루-포커스 스캔 광학현미경(TSOM) 영상(image)를 얻게 하여 웨이퍼의 미세 패턴에 대한 3차원적 검사를 실시할 수 있도록 할 수 있다.
- [24] 따라서, 본 발명은 기존의 광학적 웨이퍼 검사 장치를 이용하여 웨이퍼의 3차원 미세 패턴의 결함 여부를 판단할 수 있는 웨이퍼 검사 장치를 제공하는 것을 목적으로 한다.
- [25] 본 발명은 기존의 광학적 웨이퍼 영상 검사 장치를 이용하여 적은 비용으로 3차원 미세 패턴의 결함 여부를 신속하게 판단할 수 있는 웨이퍼 검사 장치를 제공하는 것을 목적으로 한다.

과제 해결 수단

- [26] 상기 목적을 달성하기 위한 본 발명은, 반도체 웨이퍼의 결함을 검사하기 위해 웨이퍼 영상을 획득, 검사하는 웨이퍼 영상 검사 장치로서, 검사 대상 부분에 대한 영상 빔을 분할하여 동시에 초점 위치를 달리하는 복수 영상을 얻도록 이루어지는 것을 특징으로 한다.
- [27] 보다 구체적으로, 본 발명 장치는 조명광을 발생시키는 조명부,
- [28] 조명광이 검사 대상 웨이퍼에 조사된 후 반사되는 웨이퍼 영상을 획득하여 일방으로 비추어 전달하는 렌즈부,
- [29] 렌즈부로부터 전달된 웨이퍼 영상을 분할하는 분할광학요소,
- [30] 렌즈부와 분할광학요소를 거친 영상이 각각 다른 초점 위치에서 결상되도록 설치되는 복수의 촬상소자로 이루어진 영상검출부,
- [31] 상기 복수의 촬상소자에서 촬상된 서로 다른 초점 위치의 영상을 결합하여 TSOM 영상을 구성하고, 상기 TSOM 영상 처리부에서 얻어진 TSOM 영상을 정상적인 반도체 장치 부분에 대한 TSOM 영상과 비교하여 대상물의 불량 여부를 판단하는 영상 처리부를 구비하여 이루어지는 것을 특징으로 한다.
- [32] 본 발명에서, 분할광학요소와 촬상소자 사이에 분할광학요소에 의해 분할된 복수의 영상에 각각 대응되어 서로 다른 초점 위치의 영상을 영상검출부의 촬상소자들에 맺도록 하기 위해 결상광학계가 설치될 수 있고, 이 결상광학계는 렌즈부의 일부로서 가령 결상광학계가 제2 렌즈부를 이루면서 설치될 수 있다.
- [33] 이상 본 발명에서, 렌즈들 사이의 위치 조절이 가능하게 이루어질 수 있고, 서로 다른 초점 위치는 결상광학계에 서로 다른 초점 길이를 가진 렌즈 혹은 렌즈 어셈블리를 사용하거나, 동일한 결상광학계와 각 촬상소자 사이의 거리를 다르게 설치하여 구현할 수 있으며, 서로 다른 초점 길이를 가진 렌즈 어셈블리는 동일한 렌즈 어셈블리 내의 렌즈들 상호간의 거리를 조정하여 이루어지거나 렌즈들의 적어도 일부를 초점거리를 달리하는 다른 렌즈로 채택하여 이루어지는 것일 수 있다.
- [34] 본 발명에서 조명부는 펄스 레이저를 구비하여 이루어질 수 있다.

- [35] 본 발명에서 분할광학요소는 하나 이상의 빔 스플리터(beam splitter)나 미러(mirror)를 구비하여 이루어질 수 있다.
- [36] 본 발명에서 TSOM 영상 처리부는 TSOM 영상 구성부와 TSOM 영상 비교판단부를 구비할 수 있다. TSOM 영상 구성부는 복수 촬상소자에서 얻어진 초점 위치가 다른 2차원 영상의 휘도 프로파일을 추출하고, 초점 위치 정보를 이용하여 쓰루-포커스 스캔 광학현미경(TSOM) 영상을 만들고, TSOM 영상 비교판단부는 TSOM 영상 처리부에서 얻어진 TSOM 영상을 정상적인 반도체 장치 부분에 대한 TSOM 영상과 비교하여 대상물의 불량 여부를 판단하도록 이루어질 수 있다. 영상 처리부는 이미지 프로세싱 프로그램과 영상 정보 처리를 위한 프로세서를 함께 구비하여 이루어질 수 있으며 통상 장비전용 컴퓨터를 이용하여 구현될 수 있다.
- [37] 본 발명에서 전체적인 웨이퍼 영상 검사 장치 내에는 웨이퍼를 파지하고 이동시키는 웨이퍼 이동 스테이지, 웨이퍼가 조명광에 노출되는 위치인 영상 검출 위치를 상기 조명광의 펄스 발생 주기와 연관시키도록 웨이퍼 이동 스테이지의 이송 속도를 제어하는 신호 발생부가 구비될 수 있다.
- [38] 본 발명에서 촬상소자 혹은 영상 센서는 CCD나 CMOS 형의 단위 촬상소자로 이루어질 수 있다.

발명의 효과

- [39] 본 발명에 따르면 조명에 비추어져 발생한 웨이퍼 영상을 렌즈부로부터 전달받은 분할광학요소가 분할된 복수의 영상으로 만들면 분할광학요소와 촬상소자 사이의 결상광학계가 서로 다른 초점 거리를 이용하거나 결상광학계와 촬상소자 사이의 거리를 조절하여 복수의 다른 초점 위치의 영상을 만들 수 있다.
- [40] 본 발명에 따르면, 이들 복수의 서로 다른 초점 위치의 영상을 처리장치로 처리하여 3차원적 미세 패턴의 결합을 검출하는 반도체 장치 검사가 가능하게 한다.

도면의 간단한 설명

- [41] 도1은 종래의 웨이퍼 영상 검사 장치에서 영상 분할과 관련된 일부 구성을 나타내는 구성도,
- [42] 도2는 본 발명의 일 실시예에 따른 웨이퍼 영상 검사 장치의 전체적 구성을 나타내는 구성개념도,
- [43] 도3은 본 발명의 일 실시예에 의해 검사되는 웨이퍼 촬상 영역을 나타내는 평면도,
- [44] 도4은 본 발명의 다른 실시예의 렌즈부를 통해 투사되는 웨이퍼 촬상 영역에 대한 이미지를 나타내는 도면,
- [45] 도5는 본 발명의 일 실시예의 상하분할용 미러 유닛 및 영상 검출부 구성을 개략적으로 나타내는 사시도,

- [46] 도6은 본 발명의 다른 실시예에 따른 웨이퍼 영상 검사 장치의 전체적 구성을 나타내는 구성개념도,
 [47] 도7은 본 발명의 또 다른 실시예의 결상광학계를 나타내는 개념도.
 [48] 도8은 도7의 실시예에서 결상광학계의 무한초점 줌 시스템을 이루는 렌즈들 사이의 상호 위치와 상 크기 변화를 나타내는 개념도,
 [49] 도9는 본 발명의 또 다른 일 실시예의 결상광학계를 나타내는 개념도,
 [50] 도10은 본 발명의 또 다른 실시예에 따른 웨이퍼 영상 검사 장치의 전체적 구성을 나타내는 구성개념도이다.

발명의 실시를 위한 형태

- [51] 이하 도면을 참조하면서 실시예를 통해 본 발명을 보다 상세히 설명하기로 한다.
- [52] 도2는 본 발명의 주요부 구성을 단순화하여 개념적으로 나타내는 구성개념도이다.
- [53] 본 실시예를 통해 본 발명에 따른 웨이퍼 영상 검사 장치 구성을 살펴보면, 웨이퍼(10)는 웨이퍼 스테이지(20) 혹은 웨이퍼 이동 스테이지의 웨이퍼 고정척(21)에 파지되어 웨이퍼 평면과 평행한 평면에서 x축 및 y축 방향으로 움직일 수 있고, 여기서는 화살표의 x 방향으로 연속적으로 움직인다. 이러한 웨이퍼 스테이지는 웨이퍼 가공을 위한 여러 장비에서 실질적으로 동일한 방식으로 사용되어 온 것이므로 구체적인 구성은 생략하기로 한다.
- [54] 도3에는 웨이퍼(10) 상에 한번에 촬상되는, 단위 영역(12)들의 3x4 행렬로 이루어진 촬상 대상 영역이 표시되어 있다.
- [55] 이 영역은 4개의 열(a, b, c, d)로 이루어지고, 각 열에는 3개의 단위 대상영역이 상하로 배열되어 있다.
- [56] 일정 주기로 광원이 비추는 영상 검출 위치가 고정되고, 웨이퍼가 웨이퍼 스테이지에서 화살표로 나타난 것과 같이 x축 방향으로 이동한다면 다음 주기의 광이 웨이퍼에 조사될 때에는 도시된 4개의 열의 바로 왼쪽에 위치하는 4개의 열이 영상 검출 위치에 있게 된다.
- [57] 웨이퍼 진행 속도에 광원의 발광 주기를 곱한 거리가 한번에 촬상되는 촬상 영역의 폭(4열의 폭)과 같으면 촬상 영상은 웨이퍼 상에 겹치는 영역이나 누락되는 영역 없이 웨이퍼 전체를 나타낼 수 있다.
- [58] 도4는 렌즈부를 통해 확인할 수 있는 웨이퍼의 대상 영역에 대한 영상이 나타나 있다.
- [59] 단위 대상 영역에 대한 영상(12')이 표시되어 있고, 이 영상도 3x4 행렬을 이루고 있다. 이 3x4 행렬을 이루는 웨이퍼 영상은 제1렌즈(40)를 거쳐서 후방으로 투사된다.
- [60] 현재의 웨이퍼(10) 위치에서 촬상 대상 영역을 포함하도록 조명광(L)이 비춰진다. 웨이퍼를 고속으로 검사하기 위해 웨이퍼 스테이지를 고속으로

운전하면서 영상을 획득하려면 영상 촬상 시간이 매우 짧아지며, 이에 따라 조명도 짧은 시간 내에서 강한 빛(에너지가 큰)을 발생시켜야 하므로 플래시(Flash) 또는 스트로브(Strobe) 조명 형식이나 레이저 빔 조명을 적용할 수 있다.

- [61] 여기서 조명을 광원으로 레이저(30)가 사용된다. 레이저 빔 조명을 적용하기 위해서는 수 마이크로 초 이내에서 강한 에너지를 발생하는 펄스 레이저를 이용하여야 하고, 레이저 빔 에너지 발생 시간과 영상 촬상 시간은 이미 언급하였듯이 동기시킬 필요가 있다. 레이저는 트리거신호를 받아 광 조사 영역에 레이저 펄스를 조사한다.
- [62] 종래에는 플래시 램프(flash lamp)를 사용하는 경우가 많고 레이저도 펄스 발생수가 초당 120hz를 넘기 어려웠고 유지관리 비용이 많이 발생하였으나, 근래에는 다이오드 레이저로 펌핑된 고체 레이저(solid state laser)를 사용하면 내구수명이 늘고 유지관리비용이 줄어들며 펄스 발생 주기도 1000hz이상까지 가능하게 되고 그만큼 웨이퍼의 이동속도를 높일 수 있어서 웨이퍼 전체에 대한 검사 속도도 빨라질 수 있다. 여기서도 이런 다이오드 레이저 펌핑 고체 레이저를 사용한다.
- [63] 조명을 받는 웨이퍼 부분에서는 웨이퍼(10) 표면에서 반사된 반사광이 주변 모든 방향으로 나가게 되지만 빛의 경로상으로 볼 때 웨이퍼(10)의 해당 영역 후방에는 렌즈부가 설치되어, 반사광에 포함된 웨이퍼의 대상 영역의 영상은 이 렌즈부)를 통해 렌즈부 후방으로 투사(projection)된다.
- [64] 렌즈부는 하나의 렌즈로 이루어질 수도 있지만 복수 개의 렌즈가 모인 렌즈 어셈블리로 형성될 수 있고, 렌즈부는 설치 위치에 있어서도 반드시 한군데 모여진 것이 아니고 광 경로상에 나누어 분포될 수도 있다. 여기서도 렌즈부는 웨이퍼 후방의 제1렌즈부(40)와 분할광학요소를 이루는 빔 스플리터(52, 53, 54, 55) 후방의 제2렌즈부 혹은 결상광학계(41, 42, 43)로 나뉘어져 있다.
- [65] 제1렌즈부(40)는 통상 웨이퍼의 대상 영역을 확대하는 볼록렌즈의 역할을 하며, 렌즈중심과 대상영역의 거리를 조절하면 제1렌즈부(40) 후방으로 투사되는 영상은 제1 렌즈부(40)와 영상검출부 사이의 거리와 상관없이 일정한 크기로 투사되도록 할 수 있다.
- [66] 투사되는 촬상 대상 영역의 영상은 제1 빔스플리터(beam splitter:51)에 의해 반사광과 투과광으로 나누어진다. 물론 이때 영상은 폭이나 높이(상하) 방향으로 구역이 분할되는 것이 아니고 빔스플리터(51)의 반사도 및 투과도에 의해 광량이 줄어든 상태의 두 개의 전체 영역 영상으로 나누어진 것이다. 나누어진 반사광 및 투과광은 각각 제2 빔스플리터 및 제3 빔스플리터(52, 53)으로 투영된다.
- [67] 제2 빔스플리터로 입사된 반사광은 다시 투과광과 반사광으로 나뉘어지고, 투과광은 제4 빔스플리터(54)로 입사되어 또 다시 투과광과 반사광으로 나뉘어진다. 이렇게 나누어진 3개의 광들은 각각 서로 다른 초점 거리를 가지는 결상광학계(제2 렌즈부:41, 42, 43)를 통과하고, 영상을 횡으로(폭방향으로)

분할하는 프리즘(혹은 미러: 60)을 통해 두 개의 열(column: 컬럼 a, 컬럼c)로 나뉘어진 후 상하분할용 미러 유닛(70)으로 입사된다.

- [68] 제3 빔스플리터로(53) 입사된 투과광은 다시 투과광과 반사광으로 나뉘어지고, 투과광은 제5 빔스플리터로(55) 입사되어 또 다시 투과광과 반사광으로 나뉘어진다. 이렇게 나뉘어진 3개의 광들도 각각 서로 다른 초점 거리의 결상광학계(41, 42, 43)를 통과하고, 프리즘(혹은 미러: 60)을 통해 두 개의 열(컬럼 b, 컬럼 d)로 나뉘어진 후 각각 상하분할용 미러 유닛(70)으로 입사된다.
- [69] 이때, 하나의 폭 분할용 광학소자인 프리즘(60)이 서로 인접한 열이 아니고 한 열을 사이에 두고 있는 두 열을 각각 상하분할용 미러 유닛으로 나누어 투사하는 것은 바로 인접한 두 열을 프리즘의 모서리 부분을 이용하여 나누는 경우, 프리즘의 분할 에지(모서리) 부분의 영상이 왜곡되는 것을 방지하여 각 열의 완전한 영상을 각 상하분할용 미러 유닛(70)으로 투사하기 위해서이다.
- [70] 도5과 같이 상하분할용 미러 유닛에서 상하 구역별로 분할된 3개의 단위 검사 대상 영역(가령 도4와 같은 검사 대상 영역의 컬럼a에서는 a1, a2, a3)의 영상은 영상검출부의 단위 촬상소자(81)로 투사된다.
- [71] 따라서, 이 실시예에서는 영상은 모두 12개의 줄기로 나누어지고, 각 줄기마다 하나의 컬럼에 해당하는 상하로 배열된 3개씩의 단위 검사 대상 영역을 가져서, 촬상소자는 모두 36개가 설치된다.
- [72] 이상 실시예에서 각 열(컬럼a, 컬럼b, 컬럼c, 컬럼d)은 3 종류의 서로 다른 초점 거리를 가지는 결상광학계(71, 72, 73)를 거쳐 서로 다른 초점 위치의 영상을 3개씩(가령, 컬럼a의 경우, 1a, 2a, 3a) 얻게 되므로 각 열에 속하는 단위 검사 대상 영역도 각각 3개의 서로 다른 초점 위치의 영상을 가지게 되고, 이들 3개의 서로 다른 초점 위치의 영상이 촬상소자에서 컴퓨터의 TSOM 영상 처리부에서 처리되면 각 단위 검사 대상 영역(여기서는 모두 12개의 단위 검사 대상 영역)의 TSOM 영상을 얻게 된다.
- [73] 폭 분할용 프리즘(60) 각각에서 각 상하분할용 미러 유닛(70)으로 투사된 영상은 상하 높이방향으로 3개의 웨이퍼 단위 영역에 대한 영상이 열방향으로 배열된 것이다.
- [74] 상하분할용 미러 유닛(70)은, 웨이퍼 상의 3개의 촬상 대상 영역이 배열되어 이루어지는 하나의 열에 해당하는 입사 영상에 대해 좌측 및 우측 방향으로 통상 45도 경사진 상하분할용 미러(71: 71a, 71b)를 가져서 영상 진행방향에서 좌측우측 및 좌측으로 하나씩 촬상소자(81)로 웨이퍼 단위 영역 영상에 대한 투사가 이루어지고, 열을 이루는 3개의 단위 영역에 대한 영상 가운데 나머지 하나는 반사 없이 진행하여 해당 촬상소자(81)에 투사된다.
- [75] 도5는 상하분할용 미러 유닛(70)에서 각 열의 영상이 상하로 분할되고 분할된 3개의 영상이 각각 단위 촬상소자(81) 혹은 단위 영상검출부에 투사되는 형태를 도시하고 있다. 각 열에서 제일 위쪽에 있는 단위 영역 영상을 왼쪽으로 방향을 바꾸도록 반사시키거나 제일 아래쪽에 있는 단위 영역 영상을 오른쪽으로

방향을 바꾸도록 반사시키는 미러(mirror:71a, 71b)는 삼각 프리즘의 빗면에 반사층을 형성하여 이루어질 수 있다.

- [76] 영상검출부는 여기서 상하분할용 미러 유닛(70)의 좌, 우측 및 후방에 각각 하나씩 나누어 분포된 단위 4M(메가)픽셀 용량의 씨모스(CMOS:complementary metal oxide semiconductor)형 촬상소자(81)들로 이루어진다. 종래에 많이 사용하는 CCD형 촬상소자는 "1초당 획득(Grab) 할 수 있는 영상(이하, fps : frame per second)"이 대개 60 프레임 이하로 대면적 웨이퍼의 영상을 취득하기에는 영상 취득속도가 작았으나, 최근 출시되고 있는 4M 픽셀의 CMOS 센서가 탑재된 카메라는 최근 촬상소자의 기술이 발달함에 따라 CMOS센서를 이용하여도 초당 240(Hz) 이상의 영상 프레임을 얻을 수 있다.
- [77] 단위 촬상소자는 통상 CCD와 같은 촬상소자로 이루어질 수도 있고, 촬상소자는 다수의 행렬형태의 화소를 가진 화소부에 투사된 영상을 받아 디지털 영상 신호로 만들어 컴퓨터와 같이 화상을 통해 반도체 소자의 에러를 검출할 수 있는 미도시된 화상처리장치 혹은 영상처리수단에 투입된다.
- [78] 이때, TSOM 영상 처리부는 이미 얻어진 각 단위 대상 영역에 대한 초점 위치가 다른 3 개씩의 영상에서 휘도 프로파일을 추출하고, 3개 영상 각각의 초점 위치 정보를 이용하여 쓰루-포커스 스캔 광학현미경(TSOM) 이미지를 만든다.
- [79] 대상물에 대한 서로 다른 초점 위치를 가진 영상을 얻기 위해서 초점 위치 정보를 이용할 때, 검사 대상물인 3차원 미세 패턴의 초점 깊이(심도) 방향 거리 변화(dZ_{wafer})는 렌즈와 촬상소자를 가지는 본 발명 장치에서 렌즈에 의한 확대배율을 Mag, 촬상소자의 FPA를 기준으로 하는 투사방향 거리 (dZ_{FPA})와 다음 수학적 식 1의 관계를 가지는 것을 이용하여 대상물과 렌즈 및 촬상소자의 위치를 조절할 수 있으며, 이는 대상물이나 렌즈 혹은 촬상소자를 영상의 투사 방향 혹은 초점 방향으로 움직이는 기계적 장치를 조절하는 프로그램에 반영하여 이루어질 수 있다.
- [80] [수학적 식 1]
- [81] $dZ_{\text{FPA}} = \text{Mag}^2 * dZ_{\text{wafer}}$
- [82] 가령, 본 발명 장비에서 사용되는 광의 파장(λ)이 가시광선 적색이나 근적외선에 해당하는 760nm(나노미터)이고, 렌즈 배율과 관련된 개구율(NA) 0.6이라 하면 다음의 수학적 식 2에 의해 대상물의 초점 깊이(DOF:depth of focus) 차이가 1마이크로미터라 하고, 확대배율은 36이라 하면 위 수학적 식 1에 의해 dZ_{FPA} 는 1.3mm가 된다.
- [83] [수학적 식 2]
- [84] $1\text{DOF}(\mu\text{m}) = \lambda / (2\text{NA})^2$
- [85] 그리고, 컴퓨터의 영상 비교판단부에서 TSOM 영상을 컴퓨터 메모리에 이미 저장되어 있는 해당 영역에 대한 정상적인 패턴에 대한 TSOM 영상과 비교하여 해당 단위 검사 대상 영역에서 패턴 불량 발생하였는지를 확인, 판단하게 된다.

- [86] 여기서 TSOM 영상을 만드는 방법과 이들 비교를 통해 미세 패턴 사이의 차이점 확인하는 것에 대해서는 구체적으로 기술하지 않고 있지만 동일 3차원 대상물에 대한 복수의 서로 다른 초점 위치의 광학 현미경 영상을 처리하여 얻은 TSOM 영상을 비교하여 두 3차원 대상물 사이의 수십 나노미터 수준의 미세한 차이를 검출할 수 있다는 것은 이미 알려진 것이므로 그에 대한 상세한 설명은 생략하기로 한다.
- [87] 이상 실시예에서는 결상광학계(41, 42, 43)는 서로 다른 초점 길이를 가진 렌즈(렌즈 어셈블리)를 사용하는 것으로 기술하고 있으나, 같은 초점 길이를 가진 렌즈를 사용하되 렌즈와 촬상소자(81) 사이의 거리(광경로 상의 거리)를 FPA를 기준으로 각각 다르게 설치하거나 결상광학계를 이루는 렌즈들 사이의 거리를 조절하여 서로 다른 초점 위치를 가지는 단위 검사대상 영역의 영상을 획득할 수도 있다.
- [88] 여기서 별도로 도시되지 않지만 단위 씨모스형 촬상소자의 직사각형 화소부 주변부에는 외부로 영상 디지털 신호를 전달하기 위한 리드선 및 회로부가 형성된다. 촬상소자에서 얻어진 영상 신호는 영상 처리를 통해 검사된 반도체 소자의 불량 여부를 판단하기 위하여 컴퓨터와 같은 영상처리수단(미도시)으로 입력된다.
- [89] 영상처리수단은 통상 프로세서를 가지는 컴퓨터 시스템과 이 시스템 속에 포함된 영상처리 프로그램을 포함하여 이루어지며, 영상처리 프로그램은 일종의 이미지 프로세싱 프로그램으로 패턴을 미리 입력된 정상패턴과 비교하여 이상부위를 발견할 수 있도록 이루어진다.
- [90] 영상처리수단은 영상검출부의 단위 촬상소자(81)에서 검출되는 영상을 받아 처리하는 다수의 단말기(미도시) 및 이들 단말기에 처리된 영상을 취합하여 최종적으로 웨이퍼 결함 여부를 검출하는 마스터 단말기(미도시)를 포함하여 구성될 수도 있고, 각 단말기의 영상처리 속도가 낮으면, 더 빠른 검사를 위해 영상검출부의 단위 촬상소자에서 검출되는 영상을 복수 경로로 분배하여 각각 별도의 영상처리용 단말기로 보내도록 영상분배부가 더 구비될 수도 있다.
- [91] 한편, 조명광을 이루는 레이저(30)의 펄스 주기와 웨이퍼 스테이지(20)에서의 웨이퍼(10) 이동 속도를 연동시켜, 웨이퍼(10)가 일정한 속도로 움직이면서도 다음번의 레이저 펄스 조명시에는 이미 찍은 촬상 영역의 폭만큼 x축으로 이동하여, 다음 촬상 영역이 정확히 촬상소자에 의해 찍히도록, 웨이퍼 스테이지(20)의 웨이퍼(10) 이동 속도를 조절하는 트리거신호 발생부(90)가 설치된다.
- [92] 영상검출부의 영상디지털 신호와 연계된 신호가 컴퓨터를 통해 혹은 단위 촬상소자로부터 직접 웨이퍼 스테이지를 운용하는 트리거신호 발생부(90)로 입력되어 웨이퍼의 이동속도 조절 및 레이저 펄스와 촬상의 동기화에 이용될 수 있다.
- [93] 즉, 트리거신호 발생부(90)는 웨이퍼를 이송시키는 웨이퍼 스테이지(20)의

구동 신호와 조명광을 제공하는 레이저(30)의 제어 신호를 발생시켜 영상 검출부에 투영되는 촬상 영역이 겹치거나 누락되지 않도록 조절한다.

- [94] 촬상소자는, 별도의 신호 없이 조명광이 웨이퍼 영역을 비추고, 웨이퍼 영상이 화소부에 입력되는 경우에 자동으로 촬상이 이루어지도록 준비될 수도 있지만, 조명과 동기화된 신호에 의해 신호가 올 때에만 촬상을 실시할 수도 있다. 가령, 트리거신호 발생부(90)는 웨이퍼 영상을 획득하기 위해 조명광을 제공하는 레이저(30)와 영상검출부로 캡션 제어 신호를 제공하여 준다.
- [95] 따라서, 검사 위치가 맵핑(mapping)되어 있는 위치 데이터가 하위의 스테이지 제어 장치에 저장되고, 저장된 맵핑 데이터는 해당 위치에 도달하면 영상 촬상과 조명부의 조명광 점등을 위한 트리거신호를 발생시킨다. 발생된 트리거신호는 트리거신호 발생부에서 조명과 영상 취득을 위한 정확한 동기신호가 발생되도록 구성하여 영상 획득 신호와 조명 발생 신호를 구분하여 출력할 수 있다.
- [96] 도6은 본 발명의 다른 실시예를 나타내는 도면이다.
- [97] 여기서의 앞선 실시예에 비해 분할광학요소와 영상검출부의 구성에 차이가 있다.
- [98] 즉, 앞선 실시예에서는 투사되는 촬상 대상 영역은 단위 검사대상영역 12개가 3*4행렬을 이루고 있으며, 그 영상은 제1 내지 제5 빔스플리터(**beam splitter**)에 의해 차례로 반사광과 투과광으로 거듭 나누어지고, 이렇게 나누어진 6개의 광들은 각각 서로 다른 초점 거리의 3종류의 결상광학계(제2 렌즈부)를 통과하고, 영상을 횡으로(폭방향으로) 분할하는 프리즘(혹은 미러)을 통해 두 개의 열로 나뉘어져 모두 12 개의 빛 줄기를 만든 후 각 빛 줄기는 상하분할용 미러 유닛(73)으로 입사되어 좌, 우, 정면의 3개의 방향으로 다시 나뉘어 36개의 촬상소자로 투입된다. 각 단위 검사 대상 영역의 영상은 3종류의 결상광학계를 거쳐 3개의 서로 다른 초점 위치의 영상으로 된다.
- [99] 그러나, 도6의 실시예에서는 투사되는 촬상 대상 영역은 단위 검사대상영역 3개가 하나의 열(**coulumb**)을 이루고 있으며, 그 영상은 앞선 실시예와 같이 제1 내지 제5 빔스플리터(**beam splitter**: 51, 52, 53, 54, 55)에 의해 차례로 반사광과 투과광으로 거듭 나누어지고, 이렇게 나누어진 6개의 광들은 각각 서로 다른 초점 거리의 6종류의 결상광학계(제2 렌즈부: 41, 42, 43, 44, 45, 46)를 통과하지만 영상을 횡으로(폭방향으로) 분할하는 프리즘(혹은 미러)은 거치지 않으므로 그대로 모두 6 개의 빛 줄기를 만든 후 각 빛 줄기는 상하분할용 미러 유닛(70)으로 입사되어 좌, 우, 정면의 3개의 방향으로 다시 나뉘어 18개의 촬상소자(81)로 투입된다. 결국, 열에 포함된 3개의 각 단위 검사 대상 영역의 영상은 6종류의 결상광학계를 거쳐 6개의 서로 다른 초점 위치의 영상으로 된다.
- [100] 매번의 레이저 펄스가 웨이퍼를 비출 때마다 촬상소자에서 얻어진 3개의 단위 검사 대상 영역의 6개의 서로 다른 초점 위치의 영상들이 얻어지면 이들 영상은 장비 컴퓨터로 보내져 TSOM 영상 처리부에서 처리되면 각 단위 검사 대상

- 영역(여기서는 모두 3개의 단위 검사 대상 영역)의 TSOM 영상을 얻게 된다.
- [101] 여기서는 앞선 실시예에 비해 촬상소자의 갯수가 적으므로 개개의 촬상소자의 용량을 다소 늘려도 한꺼번에 처리하는 것이 가능하며, 가로세로 4000×3000의 12M(메가)픽셀 용량의 씨모스(CMOS:complementary metal oxide semiconductor)형 촬상소자들로 이루어진다.
- [102] 도7은 본 발명의 또 다른 실시예의 결상광학계를 나타내는 도면이다.
- [103] 여기서는 결상광학계로 통상 줌렌즈 시스템이라 불리는 무한초점 줌 시스템(L_1, L_2, L_3)과 초점렌즈(L_F)를 구비하여 이루어지는 렌즈 어셈블리가 설치된다.
- [104] 전체적인 렌즈 어셈블리의 설치 위치와 촬상소자(I_1, I_2, I_3) 위치가 표시되어 있으며, 여기서는 같은 대상물에 대한 서로 다른 초점 위치의 영상을 얻기 위해 초점렌즈(L_F)와 촬상소자(I_1, I_2, I_3)의 거리가 서로 다른 것으로 표시된다.
- [105] 직접 도시되지는 않지만 복수의 렌즈 어셈블리에서 초점렌즈를 서로 다른 것으로 채택하여 초점거리를 달리하고, 초점렌즈와 각 촬상소자 사이의 거리는 같도록 촬상소자를 배치하여도 서로 다른 초점 위치의 영상을 얻는 것이 가능하다.
- [106] 이들 구성에서는 무한초점 줌 시스템(L_1, L_2, L_3)의 L_1, L_2 렌즈의 위치를 도8과 같이 변화시켜 배율의 차이를 가지는 서로 다른 초점 위치의 영상을 얻고, 이들을 통해 검사 대상 영역의 TSOM 영상을 얻게 된다. 반도체 장치에서 실제 검사 대상 영역은 배율의 차이에 따라 넓어지거나 좁아질 수 있다.
- [107] 배율이 커지면 그에 따라 반도체 장치 전체를 빠짐없이 검사하기 위해 웨이퍼 스테이지에서의 웨이퍼 이동 속도를 연동시켜 줄이거나, 레이저 펄스의 초당 조사 횟수를 늘리는 방법을 사용할 수 있다.
- [108] 이런 구성에 따르면 촬상소자 장착 위치나 결상광학계의 전체적인 위치 조절 없이 무한초점 줌 시스템을 이루는 일부 렌즈(L_1, L_2)위치만 기존 무한초점 줌 시스템의 줌 렌즈 조절과 같은 자동적으로 조절 방식으로 조절하여 배율 즉 검사대상 영역 크기만 필요에 따라 바꾸면서 검사를 진행할 수 있다.
- [109] 도9는 본 발명의 또 다른 일 실시예의 결상광학계를 나타내는 도면이다.
- [110] 여기서는 하나의 볼록렌즈(L_{CV})와 오목렌즈(L_{CC})로 이루어진 렌즈 어셈블리에서 볼록렌즈(L_{CV})의 위치는 고정된 상태로 오목렌즈(L_{CC})의 위치가 움직일 수 있도록 되어 있다. 오목렌즈(L_{CC})의 움직임에 따라 결상광학계의 렌즈 어셈블리 전체의 초점거리가 변동되는 형태를 이룬다. 따라서, 촬상소자(I_1, I_2, I_3)의 위치가 고정된 경우에도 렌즈 어셈블리의 렌즈간 거리 조절에 따라 서로 다른 초점 위치의 검사대상영역 영상을 얻고, 이들을 조합하여 TSOM 영상을 얻는 것이 가능하다.
- [111] 렌즈 어셈블리가 하나의 경통에 설치되고, 경통의 위치는 바뀌지 않는 상태에서 경통의 오목렌즈(L_{CC}), 볼록렌즈(L_{CV}) 혹은 모두의 위치를 바꾸는 방식으로 조절하면 전체 웨이퍼 영상 검사 장치에서 렌즈 어셈블리를 이루는 경통과 촬상소자(I_1, I_2, I_3)의 상대적 위치는 변화하지 않는 상태로 초점 위치가

다른 복수 영상을 얻을 수 있고, 이들 영상들의 초점에서의 위치 이격 정도도 조절될 수 있다.

- [112] 도10은 본 발명의 또 다른 실시예에 따른 웨이퍼 영상 검사 장치의 전체적 구성을 나타내는 구성개념도이다.
- [113] 여기서는 전체적으로 도6과 유사한 구성을 가지면서 결상광학계, 가령 도7에서 나타난 것과 같은 통상 줌렌즈 시스템이라 불리는 무한초점 줌 시스템(L_1, L_2, L_3)과 초점렌즈(L_F)를 구비하여 이루어지는 렌즈 어셈블리(49)가 분할광학요소 이후에 설치하는 대신에 분할광학요소 이전에 설치하여 렌즈부가 모두 웨이퍼와 분할광학요소 사이에 위치하도록 하였다.
- [114] 따라서, 결상광학계는 분할광학요소송 의해 분기된 모든 광빔에 대응하여 복수 개 설치되던 것이 하나의 공통 결상광학계로 대체되었다. 그리고, 이런 실시예에서는 촬상소자의 위치를 조절하여 렌즈부와 복수 촬상소자 각각의 광경로상의 거리를 달리하여 각 촬상소자에서 서로 다른 초점위치의 영상을 얻을 수 있도록 하였다.
- [115] 이런 실시예에서는 일단 촬상소자 각각의 위치가 결정되면, 촬상소자 장착 위치나 결상광학계의 전체적인 위치 조절 없이 하나의 그리고 공통의 결상광학계의 무한초점 줌 시스템을 이루는 일부 렌즈(L_1, L_2)위치만 기존 무한초점 줌 시스템의 줌 렌즈 조절과 같은 자동적으로 조절 방식으로 조절하여 배율 즉 검사대상 영역 크기를 필요에 따라 바꾸면서 검사를 진행하는 데 편리하게 된다.
- [116] 이상, 본 발명을 바람직한 실시예와 관련하여 설명하고 도시하였지만, 본 발명은 여기서 도시되고 설명된 구성 형태에 한정되는 것이 아니며, 오히려, 첨부된 청구범위의 사상 범위 내에서 많은 변경 및 수정이 가능함을 당업자들은 잘 이해할 수 있을 것이다. 따라서 그러한 모든 적절한 변형 및 균등물들도 본 발명의 범위에 속하는 것으로 간주되어야 할 것이다.

청구범위

- [청구항 1] 반도체 웨이퍼의 결함을 검사하기 위해 웨이퍼 영상을 획득, 검사하는 웨이퍼 영상 검사 장치로서, 조명광을 발생시키는 조명부, 상기 조명광이 검사 대상 웨이퍼에 조사된 후 반사되는 웨이퍼 영상을 획득하여 일방으로 비추어 전달하는 렌즈부, 상기 렌즈부로부터 전달된 웨이퍼 영상을 분할하는 분할광학요소, 상기 렌즈부와 상기 분할광학요소를 거친 영상이 각각 다른 초점 위치로 결상되도록 설치되는 복수의 촬상소자로 이루어진 영상검출부, 상기 복수의 촬상소자에서 촬상된 서로 다른 초점 위치의 영상을 결합하여 쓰루-포커스 스캔 광학현미경(Through focus Scanning Optical Microscopy:티썸:TSOM) 영상을 구성하고, 상기 TSOM 영상을 상기 검사 대상 웨이퍼의 정상 패턴에 대한 TSOM 영상과 비교하여 대상 웨이퍼의 불량 여부를 판단하는 TSOM 영상 처리부를 구비하여 이루어지는 웨이퍼 영상 검사 장치.
- [청구항 2] 제 1 항에 있어서, 상기 분할광학요소와 상기 촬상소자 사이에는 상기 분할광학요소에 의해 분할된 복수의 영상에 각각 대응되어 서로 다른 초점 위치의 영상을 상기 영상검출부의 촬상소자들에 맺도록 하기 위해 결상광학계가 설치되는 것을 특징으로 하는 웨이퍼 영상 검사 장치.
- [청구항 3] 제 2 항에 있어서, 서로 다른 초점 위치를 가진 영상을 얻기 위해 상기 결상광학계는 상기 분할광학요소에 의해 분할된 복수의 영상에 각각 대응되어 서로 다른 초점 거리를 가진 렌즈를 사용하거나, 상기 결상광학계 렌즈와 상기 촬상소자 사이의 거리를 다르게 설치하여 이루어지는 것을 특징으로 하는 웨이퍼 영상 검사 장치.
- [청구항 4] 제 1 항 내지 제 3 항 중 어느 한 항에 있어서, 상기 TSOM 영상 처리부는 TSOM 영상 구성부와 TSOM 영상 비교판단부를 구비하고, 상기 TSOM 영상 구성부는 복수 촬상소자에서 얻어진 초점 위치가 다른 2차원 영상의 휘도 프로파일을 추출하고, 초점 위치 정보를 이용하여 TSOM 영상을 만들고, 상기 TSOM 영상 비교판단부는 상기 TSOM 영상 처리부에서 얻어진 TSOM 영상을 정상적인 반도체 장치 부분에 대한 TSOM 영상과 비교하여 대상물의 불량 여부를 판단하는 것을 특징으로

- 하는 웨이퍼 영상 검사 장치.
- [청구항 5] 제 4 항에 있어서,
상기 TSOM 영상 처리부는 이미지 프로세싱 프로그램과 영상 정보 처리를 위한 프로세서를 함께 구비하여 이루어지는 것임을 특징으로 하는 웨이퍼 영상 검사 장치.
- [청구항 6] 제 1 항 내지 제 3 항 중 어느 한 항에 있어서,
상기 조명부는 펄스 레이저를 구비하여 이루어지고, 상기 분할광학요소는 하나 이상의 빔 스플리터(*beam splitter*)나 미러(*mirror*)를 구비하며,
상기 웨이퍼를 파지하고 이동시키는 웨이퍼 이동 스테이지, 상기 웨이퍼가 상기 조명광에 노출되는 위치인 영상 검출 위치를 상기 조명광의 펄스 발생 주기와 연관시키도록 상기 웨이퍼 이동 스테이지의 이송 속도를 제어하는 신호 발생부가 구비되는 웨이퍼 영상 검사 장치.
- [청구항 7] 제 1 항에 있어서,
상기 렌즈부를 이루는 렌즈들 상호 간의 거리를 조절할 수 있도록 이루어지는 것을 특징으로 하는 웨이퍼 영상 검사 장치.
- [청구항 8] 제 7 항에 있어서,
상기 렌즈부를 이루는 렌즈들은 상기 웨이퍼와 상기 분할광학요소 사이에 한정되어 위치하며,
각각 다른 초점 위치의 영상을 얻기 위해 상기 복수의 촬상소자는 상기 렌즈부로부터 서로 다른 광경로 상의 거리를 가져 서로 다른 초점 위치에 놓이도록 설치되는 것을 특징으로 하는 웨이퍼 영상 검사 장치.
- [청구항 9] 제 8 항에 있어서,
상기 렌즈부는 무한초점 줌 시스템을 이루는 렌즈들과 초점렌즈를 구비하고, 상기 무한초점 줌 시스템을 이루는 렌즈 상호 거리 조절이 가능하여 검사대상영역의 크기 혹은 확대배율 조절이 가능하게 이루어지는 것을 특징으로 하는 웨이퍼 영상 검사 장치.
- [청구항 10] 제 7 항에 있어서,
상기 렌즈부는 상기 조명광이 검사 대상 웨이퍼에 조사된 후 반사되는 웨이퍼 영상을 획득하여 일방으로 비추어 전달하는 제1 렌즈부와,
상기 분할광학요소에 의해 분할된 복수의 영상에 각각 대응되어 설치되는 복수의 제2 렌즈부를 구비하여 이루어지고,
상기 제2 렌즈부를 이루는 렌즈들 상호 간의 거리를 조절할 수 있도록 이루어지고,
상기 영상검출부는 상기 제1 렌즈부, 상기 분할광학요소, 상기 제2

- 렌즈부를 거친 영상이 각각 다른 초점 위치로 결상되도록 설치되는 것을 특징으로 하는 웨이퍼 영상 검사 장치.
- [청구항 11] 제 10 항에 있어서,
각각 다른 초점 위치의 영상을 얻기 위해 상기 복수의 제2 렌즈부를 이루는 렌즈들의 종류는 동일하되 상호 간의 거리를 달리하여 초점 거리를 다르게 하는 것을 특징으로 하는 웨이퍼 영상 검사 장치.
- [청구항 12] 제 10 항에 있어서,
각각 다른 초점 위치의 영상을 얻기 위해 상기 복수의 제2 렌즈부를 이루는 렌즈들의 종류 및 상호 간의 거리는 동일하되 상기 복수의 제2 렌즈부와 상기 복수의 촬상소자 사이의 거리를 각각 다르게 하는 것을 특징으로 하는 웨이퍼 영상 검사 장치.
- [청구항 13] 제 10 항에 있어서,
각각 다른 초점 위치의 영상을 얻기 위해 상기 복수의 제2 렌즈부를 이루는 렌즈들의 상호 간의 거리는 동일하되 종류를 달리하여 초점 거리를 다르게 하는 것을 특징으로 하는 웨이퍼 영상 검사 장치.
- [청구항 14] 제 12 항 또는 제 13 항에 있어서,
상기 제2 렌즈부는 무한초점 줌 시스템을 이루는 렌즈들과 초점렌즈를 구비하고, 상기 무한초점 줌 시스템을 이루는 렌즈 상호 거리 조절이 가능하여 검사대상영역의 크기 혹은 확대배율 조절이 가능하게 이루어지는 것을 특징으로 하는 웨이퍼 영상 검사 장치.
- [청구항 15] 제 7 항 내지 제 13 항 중 어느 한 항에 있어서,
상기 TSOM 영상 처리부는 TSOM 영상 구성부와 TSOM 영상 비교판단부를 구비하고,
상기 TSOM 영상 구성부는 복수 촬상소자에서 얻어진 초점 위치가 다른 2차원 영상의 휘도 프로파일을 추출하고, 초점 위치 정보를 이용하여 TSOM 영상을 만들고,
상기 TSOM 영상 비교판단부는 상기 TSOM 영상 처리부에서 얻어진 TSOM 영상을 정상적인 반도체 장치 부분에 대한 TSOM 영상과 비교하여 대상물의 불량 여부를 판단하는 것을 특징으로 하는 웨이퍼 영상 검사 장치.
- [청구항 16] 제 15 항에 있어서,
상기 TSOM 영상 처리부는 이미지 프로세싱 프로그램과 영상 정보 처리를 위한 프로세서를 함께 구비하여 이루어지는 것임을 특징으로 하는 웨이퍼 영상 검사 장치.
- [청구항 17] 제 7 항 내지 제 13 항 중 어느 한 항에 있어서,

상기 조명부는 펄스 레이저를 구비하여 이루어지고, 상기 분할광학요소는 하나 이상의 빔 스플리터(beam splitter)나 미러(mirror)를 구비하며,

상기 웨이퍼를 파지하고 이동시키는 웨이퍼 이동 스테이지, 상기 웨이퍼가 상기 조명광에 노출되는 위치인 영상 검출 위치를 상기 조명광의 펄스 발생 주기와 연관시키도록 상기 웨이퍼 이동 스테이지의 이송 속도를 제어하는 신호 발생부가 구비되는 웨이퍼 영상 검사 장치.

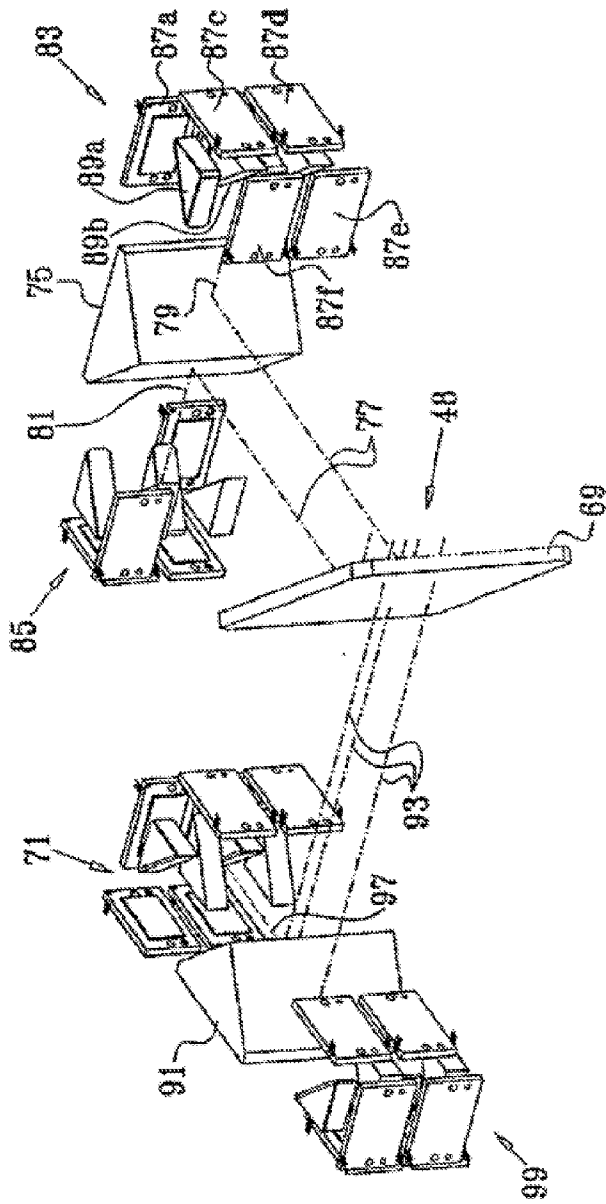
[청구항 18]

반도체 웨이퍼의 결함을 검사하기 위해 웨이퍼 영상을 획득, 검사하는 웨이퍼 영상 검사 장치로서,
검사 대상 부분에 대한 영상 빔을 분할하여 동시에 초점 위치를 달리하는 복수 영상을 얻도록 이루어지는 것을 특징으로 하는 웨이퍼 영상 검사 장치.

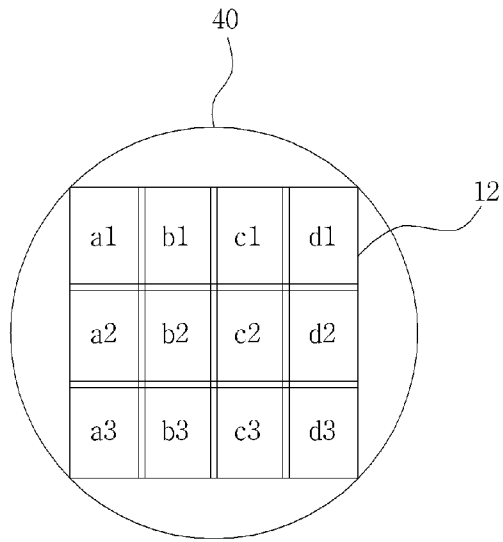
[청구항 19]

제 18 항에 있어서,
조명광을 발생시키는 조명부,
상기 조명광이 검사 대상 웨이퍼에 조사된 후 반사되는 웨이퍼 영상을 획득하여 일방으로 비추어 전달하는 렌즈부,
상기 렌즈부로부터 전달된 웨이퍼 영상을 분할하는 분할광학요소,
상기 렌즈부와 상기 분할광학요소를 거친 영상이 각각 다른 초점 위치로 결상되도록 설치되는 복수의 촬상소자로 이루어진 영상검출부를 구비하는 것을 특징으로 하는 웨이퍼 영상 검사 장치.

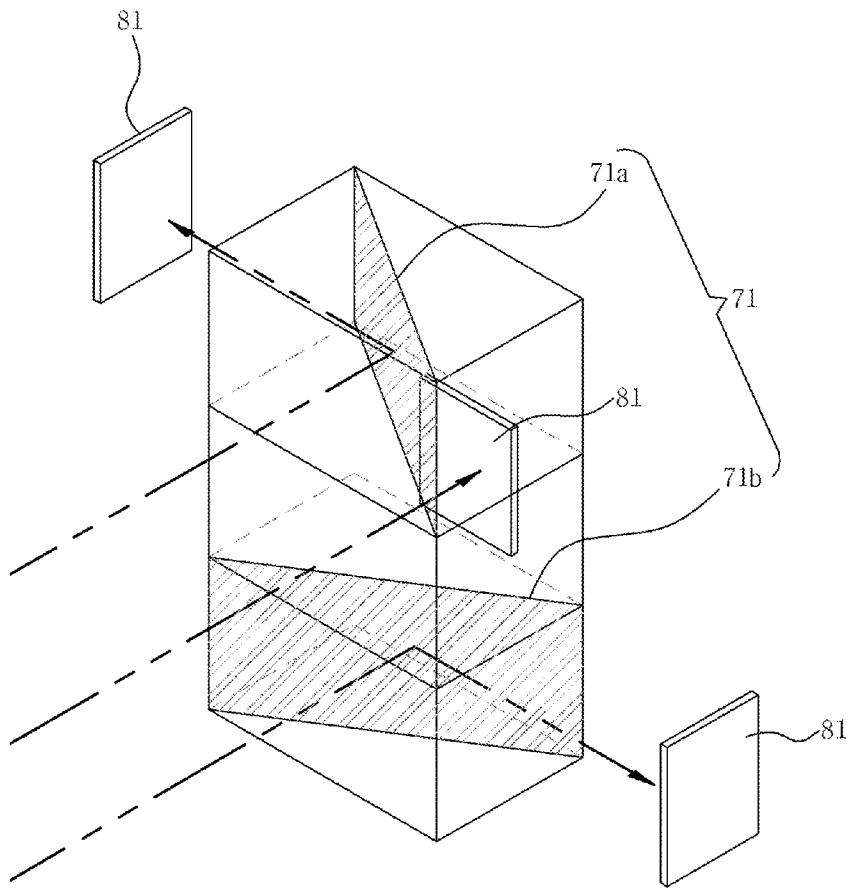
[Fig. 1]



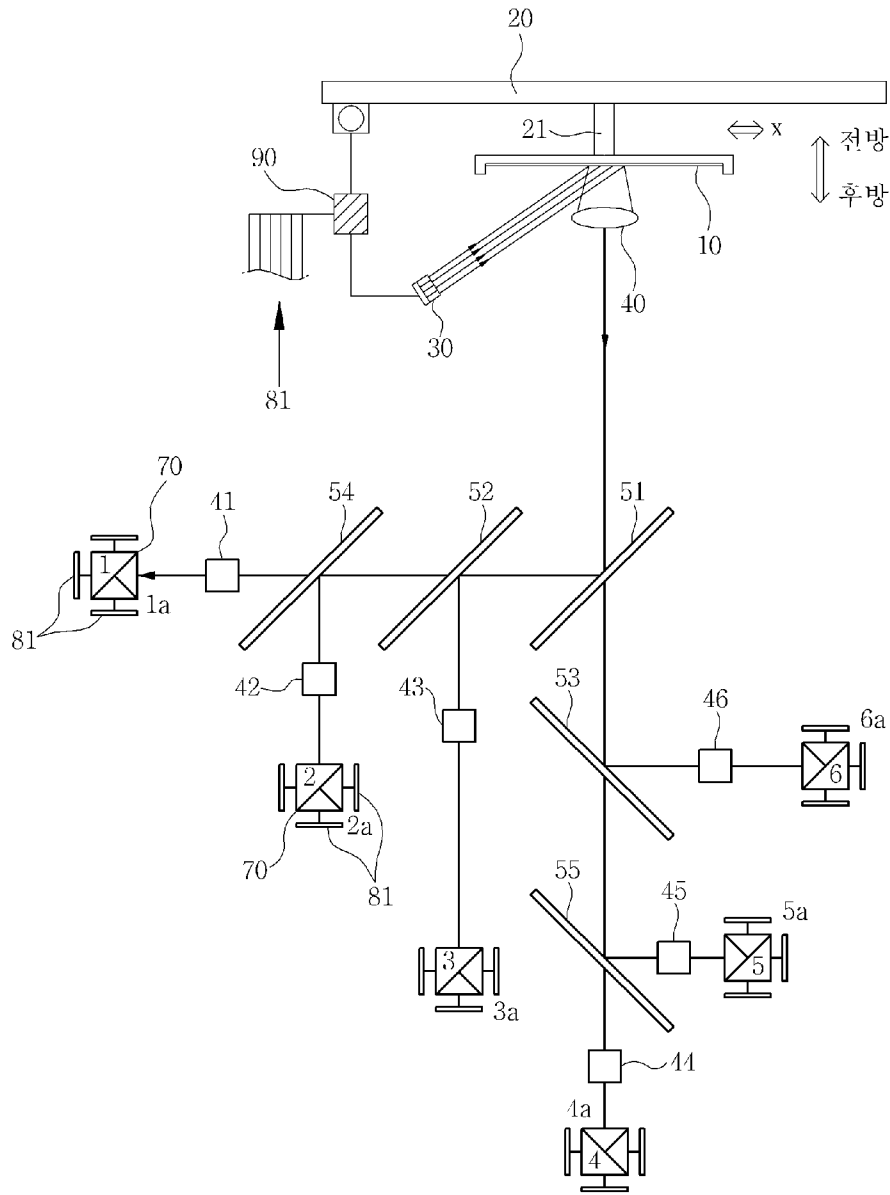
[Fig. 4]



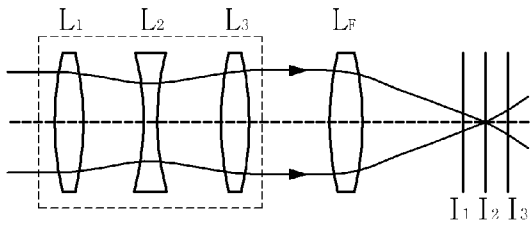
[Fig. 5]



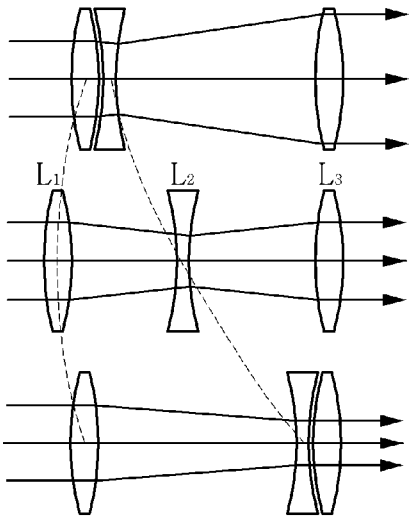
[Fig. 6]



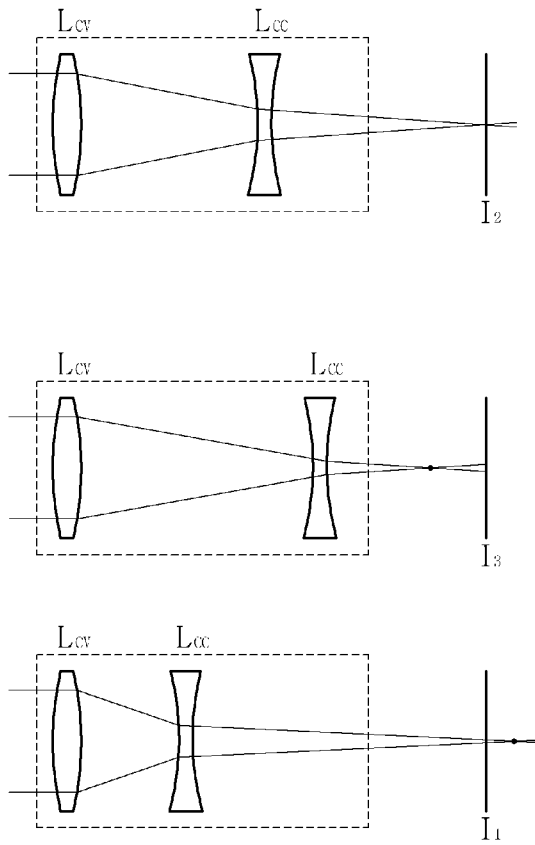
[Fig. 7]



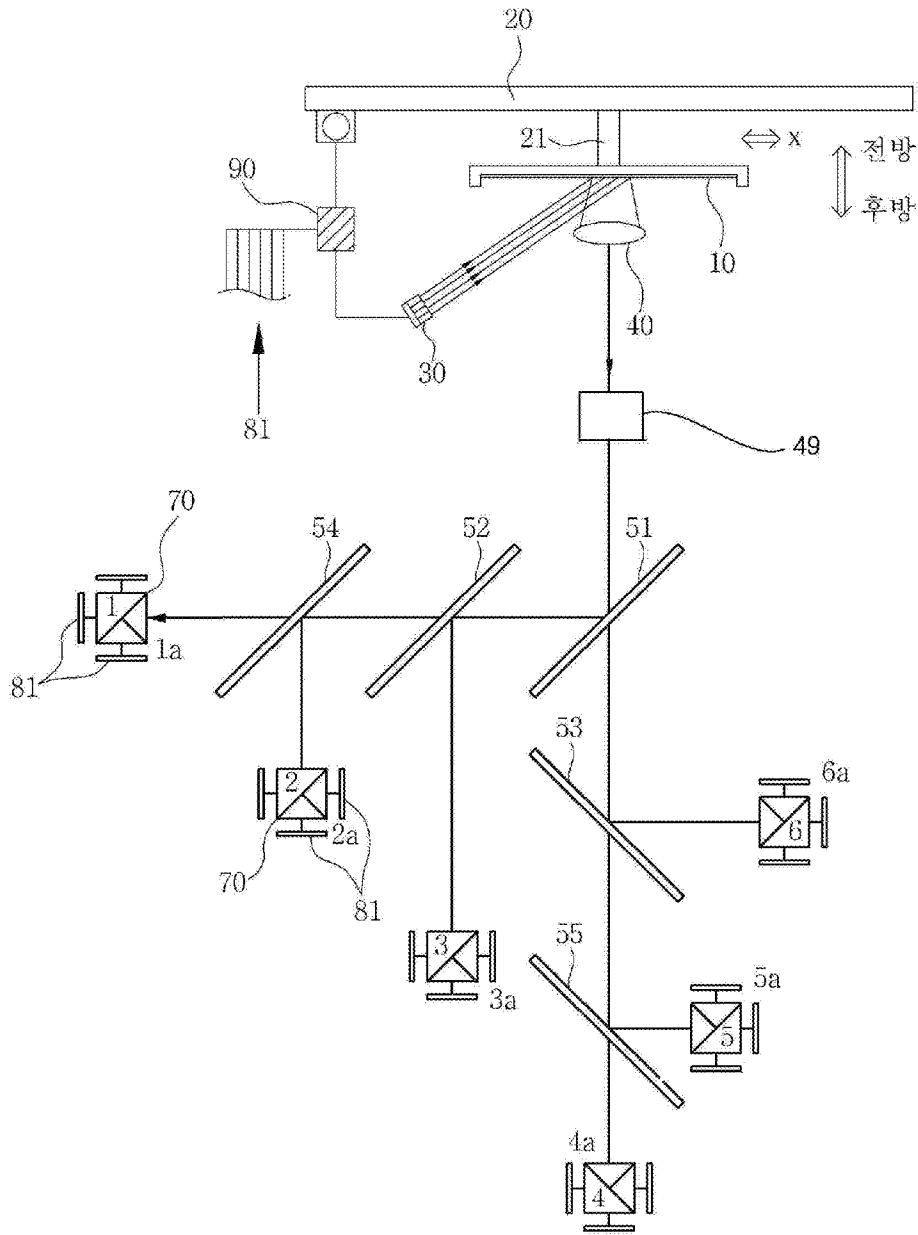
[Fig. 8]



[Fig. 9]



[Fig. 10]



INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/KR2014/011459

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER

H01L 21/66(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)

H01L 21/66; G01N 21/88; G01N 21/956

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: semiconductor, image, inspection,, lighting, light source, focal point, imaging, TSOM

C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
Y	KR 10-2009-0026905 A (SAMSUNG TECHWIN CO., LTD.) 16 March 2009 See abstract; figures 1-6; paragraphs [0032]-[0042]	1-3,6-14,17-19
A		4-5,15-16
Y	RAVIKIRAN ATTOA AND RICHARD SILVER. Nanometrology using a through-focus scanning optical microscopy method. Measurement Science and Technology: IOP Publishing Ltd. 09 June 2010 Vol. 22, No. 22 See abstract; pages 1-8	1-3,6-14,17-19
A		4-5,15-16
Y	KR 10-0814628 B1 (DE& T CO., LTD.) 18 March 2008 See abstract; figure 1; paragraphs [0012]-[0046]	2-3,6-14,17
A		1,4-5,15-16,18-19
A	JP 2009-162593 A (NEC CORP) 23 July 2009 See abstract; figure 1; paragraphs [0028]-[0036]	1-19

 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

"I" 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

27 FEBRUARY 2015 (27.02.2015)

Date of mailing of the international search report

27 FEBRUARY 2015 (27.02.2015)

Name and mailing address of the ISA/KR



Korean Intellectual Property Office
 Government Complex-Daejeon, 189 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/KR2014/011459

Patent document cited in search report	Publication date	Patent family member	Publication date
KR 10-2009-0026905 A	16/03/2009	NONE	
KR 10-0814628 B1	18/03/2008	NONE	
JP 2009-162593 A	23/07/2009	JP 04-600476 B2	15/12/2010
		KR 10-1223881 B1	17/01/2013
		KR 20090073039 A	02/07/2009
		TW 200928351 A	01/07/2009
		TW 1402498 B	21/07/2013
		US 2009-0166517 A1	02/07/2009
		US 8614415 B2	24/12/2013

A. 발명이 속하는 기술분류(국제특허분류(IPC)) H01L 21/66(2006.01)j		
B. 조사된 분야 조사된 최소문헌(국제특허분류를 기재) H01L 21/66; G01N 21/88; G01N 21/956 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: 반도체, 영상, 검사, 조명, 광원, 초점, 촬상, TSOM		
C. 관련 문헌		
카테고리*	인용문헌명 및 관련 구절(해당하는 경우)의 기재	관련 청구항
Y A	KR 10-2009-0026905 A (삼성테크윈 주식회사) 2009.03.16 요약; 도면 1-6; 문단 [0032]-[0042] 참조	1-3, 6-14, 17-19 4-5, 15-16
Y A	RAVIKIRAN ATTOA AND RICHARD SILVER. Nanometrology using a through-focus scanning optical microscopy method. Measurement Science and Technology: IOP Publishing Ltd. 2010.6.9. Vol. 22, No. 22 요약; 페이지 1-8 참조	1-3, 6-14, 17-19 4-5, 15-16
Y A	KR 10-0814628 B1 (주식회사 다이엔티) 2008.03.18 요약; 도면 1; 문단 [0012]-[0046] 참조	2-3, 6-14, 17 1, 4-5, 15-16, 18-19
A	JP 2009-162593 A (NEC CORP) 2009.07.23 요약; 도면 1; 문단 [0028]-[0036] 참조	1-19
<input type="checkbox"/> 추가 문헌이 C(계속)에 기재되어 있습니다. <input checked="" type="checkbox"/> 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 신규성 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 2015년 02월 27일 (27.02.2015)		국제조사보고서 발송일 2015년 02월 27일 (27.02.2015)
ISA/KR의 명칭 및 우편주소  대한민국 특허청 (302-701) 대전광역시 서구 청사로 189, 4동 (둔산동, 정부대전청사) 팩스 번호 ++82 42 472 3473		심사관 홍종선 전화번호 +82-42-481-8682 

국제조사보고서에서 인용된 특허문헌	공개일	대응특허문헌	공개일
KR 10-2009-0026905 A	2009/03/16	없음	
KR 10-0814628 B1	2008/03/18	없음	
JP 2009-162593 A	2009/07/23	JP 04-600476 B2 KR 10-1223881 B1 KR 20090073039 A TW 200928351 A TW I402498 B US 2009-0166517 A1 US 8614415 B2	2010/12/15 2013/01/17 2009/07/02 2009/07/01 2013/07/21 2009/07/02 2013/12/24