



(19) 대한민국특허청(KR)
(12) 등록특허공보(B1)

(45) 공고일자 2012년11월16일
 (11) 등록번호 10-1202527
 (24) 등록일자 2012년11월12일

(51) 국제특허분류(Int. Cl.)
 H01L 21/66 (2006.01) G01N 23/225 (2006.01)
 (21) 출원번호 10-2011-7007465
 (22) 출원일자(국제) 2009년09월28일
 심사청구일자 2011년03월31일
 (85) 번역문제출일자 2011년03월31일
 (65) 공개번호 10-2011-0063803
 (43) 공개일자 2011년06월14일
 (86) 국제출원번호 PCT/JP2009/067293
 (87) 국제공개번호 WO 2010/038883
 국제공개일자 2010년04월08일
 (30) 우선권주장
 JP-P-2008-255902 2008년10월01일 일본(JP)
 (56) 선행기술조사문헌
 KR1020050040722 A
 KR1020050103266 A
 KR1020060051443 A
 전체 청구항 수 : 총 10 항

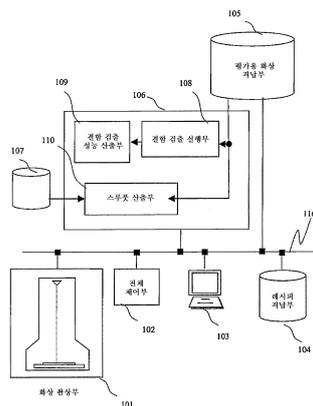
(73) 특허권자
 가부시키가이샤 히다치 하이테크놀로지즈
 일본국 도쿄도 미나토구 니시신바시 1췌메 24-14
 (72) 발명자
 나가가끼, 료
 일본 100-8220 도쿄도 지요다꾸 마루노우찌 1췌메 6-1 마루노우찌센터 빌딩 12층 가부시키가이샤 히타치세이사쿠쇼 지적재산권본부 내
 하라다, 미노루
 일본 100-8220 도쿄도 지요다꾸 마루노우찌 1췌메 6-1 마루노우찌센터 빌딩 12층 가부시키가이샤 히타치세이사쿠쇼 지적재산권본부 내
 오바라, 겐지
 일본 100-8220 도쿄도 지요다꾸 마루노우찌 1췌메 6-1 마루노우찌센터 빌딩 12층 가부시키가이샤 히타치세이사쿠쇼 지적재산권본부 내
 (74) 대리인
 이중희, 장수길, 박충범
 심사관 : 홍종선

(54) 발명의 명칭 **결합 관찰 장치 및 결합 관찰 방법**

(57) 요약

리뷰 SEM에, 복수의 촬상 조건에서 취득된 화상 세트, 혹은 시뮬레이션에 의해 복수의 촬상 조건을 모의한 화상 세트를 기억하는 수단과, 각 화상 세트에 대한 결합 위치 정보를 기억하는 수단, 및 촬상 조건과 처리 시간에 관한 정보를 기억하는 수단을 설치한다. 또한, 그들의 기억 정보로부터, 상기의 화상 세트에 대한 촬상 조건마다의 예측 결합 검출 성능과 스루풋을 시산(estimate)하는 수단 및 그 결과를 표시하는 수단을 설치한다.

대표도 - 도1



특허청구의 범위

청구항 1

시료를 촬상하여 그 시료의 화상을 취득하는 화상 취득 수단과, 그 화상 취득 수단에 의해 상기 시료를 촬상하기 위한 촬상 조건을 기억하는 촬상 조건 기억 수단과, 그 촬상 조건 기억 수단에 기억한 촬상 조건에 기초하여 상기 화상 취득 수단을 제어하여 상기 시료의 원하는 개소의 화상을 취득하는 제어 수단을 구비한 결합 관찰 장치로서,

상기 제어 수단에 의해 상기 화상 취득 수단을 제어하여 상기 시료 상의 지정된 부위의 결함을 복수의 촬상 조건에서 촬상하여 취득된 복수의 화상과 그 복수의 촬상 조건과 그 복수의 촬상 조건마다의 결합 검출 성능을 기억하는 화상 데이터 기억 수단과,

상기 제어 수단에 의해 상기 화상 취득 수단을 제어하여 상기 시료 상의 결함을 복수의 촬상 조건에서 촬상하였을 때의 그 복수의 촬상 조건마다 요하는 촬상에 필요한 처리 시간 데이터를 대응지어 기억하는 처리 시간 데이터 기억 수단과,

상기 화상 데이터 기억 수단에 기억한 상기 복수의 화상의 촬상 조건과 상기 처리 시간 데이터 기억 수단에 기억한 상기 복수의 화상의 촬상 조건마다 대응한 촬상에 필요한 처리 시간 데이터를 이용하여 상기 시료 상의 결합 관찰 시의 스루풋 성능과 결합 검출 성능을 구하는 성능 평가 수단과,

그 성능 평가 수단에 의해 구한 스루풋 성능과 결합 검출 성능을 상기 촬상 조건과 관련지어 표시하는 표시 수단을

을 갖는 것을 특징으로 하는 결합 관찰 장치.

청구항 2

제1항에 있어서,

화상 취득 수단은 주사형 전자 현미경이며, 상기 복수의 촬상 조건으로서, 화상 사이즈, 화상 시야 사이즈, 검출한 화상의 프레임 가산 매수, 전자 빔의 가속 전압과 빔 전류량 중 어느 하나를 포함하는 것을 특징으로 하는 결합 관찰 장치.

청구항 3

제1항에 있어서,

상기 처리 시간 데이터에는, 시료를 탑재한 스테이지를 구동하기 위한 시간과 상기 시료를 촬상하여 화상을 취득하는 시간을 포함하는 것을 특징으로 하는 결합 관찰 장치.

청구항 4

제1항에 있어서,

상기 화상 데이터 기억 수단에는, 상기 화상 취득 수단에 의해 취득한 상기 시료 상의 결함의 복수의 화상에 그 결함의 결함 종류에 관한 정보가 부여되어 기억되고, 상기 성능 평가 수단에 의해서는, 그 결함 종류마다의 결합 검출 성능과 스루풋 성능이 산출되는 것을 특징으로 하는 결합 관찰 장치.

청구항 5

제1항에 있어서,

상기 제어 수단에 의해 상기 화상 취득 수단을 제어하여 상기 시료 상의 지정된 부위의 결함을 촬상하여 그 결함의 화상을 취득하는 것을, 상기 시료 상의 지정된 결함을 포함하는 부위를 포함하는 영역을 상기 화상 취득 수단의 제1 시야 사이즈로 촬상하여 그 제1 시야 사이즈의 화상을 취득하고, 그 취득한 제1 시야 사이즈의 화상으로부터 결함 위치를 검출하고, 그 검출한 결함 위치에 대해서 상기 제1 시야 사이즈보다도 작은 상기 화상 취득 수단의 제2 시야 사이즈로 화상을 촬상함으로써 얻는 것을 특징으로 하는 결합 관찰 장치.

청구항 6

시료 상의 결함을 관찰하는 방법으로서,

활상 수단의 활상 조건을 바꿔서 상기 시료 상의 결함을 활상하여 얻은 화상 데이터와, 그 화상 데이터에서의 결함의 위치 정보가 기억된 결함 위치 데이터로부터, 상기 각 활상 조건마다의 결함 검출율을 산출하고,

상기 활상 수단의 활상 조건마다 대응하는 화상 취득에 요하는 처리 시간 데이터로부터, 각 활상 조건마다의 스루풋을 산출하고,

그 산출된, 활상 조건마다의 결함 검출 성능과 스루풋 성능을 화면 상에 표시하고,

그 결함 검출 성능과 스루풋 성능이 표시된 화면 상에서 선택된 활상 조건에 기초하여 상기 활상 수단을 이용하여 상기 시료 상의 결함을 관찰하는 것을 특징으로 하는 결함 관찰 방법.

청구항 7

제6항에 있어서,

상기 활상 수단으로서 주사형 전자 현미경을 이용하고, 그 주사형 전자 현미경에 의한 활상 조건으로서, 화상 사이즈, 화상 시야 사이즈, 검출한 화상의 프레임 가산 매수, 전자 빔의 가속 전압과 빔 전류량 중 어느 하나를 포함하는 것을 특징으로 하는 결함 관찰 방법.

청구항 8

제6항에 있어서,

상기 처리 시간 데이터에는, 시료를 탑재한 스테이지를 구동하기 위한 시간과 상기 시료를 활상하여 화상을 취득하는 시간을 포함하는 것을 특징으로 하는 결함 관찰 방법.

청구항 9

제6항에 있어서,

상기 화상 데이터는 상기 시료 상의 결함의 복수의 화상에 그 결함의 결함 종류에 관한 정보를 포함하고, 상기 각 활상 조건마다의 스루풋을 산출하는 것이, 상기 결함 종류마다의 결함 검출 성능과 스루풋 성능을 산출하는 것인 것을 특징으로 하는 결함 관찰 방법.

청구항 10

제6항에 있어서,

상기 활상 수단의 활상 조건을 바꿔서 상기 시료 상의 결함을 활상하여 화상 데이터를 얻는 것은, 상기 시료 상의 지정된 결함을 포함하는 부위를 포함하는 영역을 상기 활상 수단의 제1 시야 사이즈로 활상하여 그 제1 시야 사이즈의 화상을 취득하고, 그 취득한 제1 시야 사이즈의 화상으로부터 결함 위치를 검출하고, 그 검출한 결함 위치에 대해서 상기 제1 시야 사이즈보다도 작은 상기 활상 수단의 제2 시야 사이즈로 화상을 활상하는 것을 포함하는 것을 특징으로 하는 결함 관찰 방법.

명세서

기술분야

[0001] 본 발명은, 반도체 웨이퍼 등의 제조 공정에 있어서 발생하는 결함 등의 화상을 관찰하기 위한 결함 관찰 장치, 및 관찰 방법에 관한 기술에 대해서 것이며, 특히, 자동 관찰을 행할 때의 조건 설정을 용이하게 하기 위한 기술에 관한 것이다.

배경기술

[0002] 반도체 웨이퍼에 형성되는 회로 패턴의 미세화가 점점 더 진행됨에 따라, 그 제조 공정에서 발생하는 결함이 제품 수율에 미치는 영향은 커지고 있어, 제조 단계에 있어서 결함이 발생하지 않도록 프로세스 관리를 행하는 것은 점점 더 중요하게 되고 있다. 현재, 반도체 웨이퍼의 제조 현장에서는, 웨이퍼 검사 장치와 관찰 장치를 이

용하여 수율 대책을 행하고 있다. 검사 장치란, 웨이퍼 상 결함의 유무를 고속으로 조사하는 것이다. 광학적인 수단(명시야형 웨이퍼 검사 장치, 또는 암시야형 웨이퍼 검사 장치) 혹은 전자선을 이용하여 웨이퍼 표면의 상태를 화상화하고 그 화상을 처리함으로써, 결함의 유무를 조사한다. 검사 장치에서는, 그 고속성이 중요하기 때문에, 가능한 한 취득하는 화상의 화소 사이즈를 크게(즉 저해상도화) 함에 따른 화상 데이터량의 삭감을 행하고 있고, 대부분의 경우, 검출한 저해상도의 화상으로부터는 결함의 존재는 확인할 수 있어도, 그 결함의 종류를 상세하게 판별할 수는 없다.

[0003] 한편, 관찰 장치란, 검사 장치에 의해서 검출된 각 결함에 대해서, 화소 사이즈를 작게 한 상태에서(즉 해상도가 높음) 화상을 취득하여 관찰하기 위한 장치이다. 점점 더 미세화가 진행되는 반도체 제조 프로세스에 있어서는, 검사나 관찰의 대상으로 되는 결함의 사이즈가 수십 나노미터 오더에 달하고 있는 것도 있고, 결함의 관찰이나 분류를 고정밀도로 행하기 위해서는, 나노미터 오더의 분해능이 필요하게 된다. 그 때문에, 최근, 주사형 전자 현미경을 이용한 관찰 장치(이하 리뷰 SEM이라고 부름)가 널리 사용되고 있다.

[0004] 결함 검사 장치는, 그 검출 감도가 최근 향상되어 1웨이퍼로부터 다수(수백 내지 수천 결함, 때로는 수만 결함의 경우도 있음)의 결함이 검출된다. 그 결과, 검출된 결함을 관찰하는 리뷰 작업의 효율화에 대한 니즈는 종래보다 한층 더 높아지고 있다. 이와 같은 니즈에 대응하기 위해, 최근 시장에 투입되고 있는 리뷰 SEM(Scanning Electron Microscope)의 대부분은, 검사 장치에서 검출된 결함 위치의 화상을 자동으로 촬상하는 기능(ADR:Automatic Defect Review)이나 얻어진 화상을 분류하는 기능(ADC:Automatic Defect Classification)이 탑재되어 있다.

[0005] 리뷰 SEM에서의 자동 화상 수집이나 자동 결함 분류의 기능에 대한 종래 기술에 관해서는, 예를 들면, 특허 문헌 1에 개시되어 있다. 이 특허 문헌 1에는, 리뷰 SEM의 구성, 자동 화상 수집이나 자동 결함 분류의 기능 및 동작 시퀀스, 또한, 취득한 화상이나 분류 결과의 표시 방법 등에 대해서 기재가 되어 있다.

선행기술문헌

특허문헌

[0006] (특허문헌 0001) 특허 문헌 1 : 일본 특허 공개 제2001-331784호 공보

발명의 내용

해결하려는 과제

[0007] 우선, 상술한 리뷰 SEM에서의 결함 화상의 자동 수집 기능에 대해서 그 개요를 설명하고, 다음으로 본 발명이 해결하는 과제에 대해서 설명한다.

[0008] 리뷰 SEM에서의 결함 화상 자동 수집 기능이란, 상술한 바와 같이 관찰 대상인 웨이퍼에 대한 검사 장치에서 결함 검사를 행한 결과 얻어진 결함 위치 정보를 입력으로 하여, 그 각 부위의 화상을 자동 취득하는 기능이다. 본 기능의 기본 시퀀스는,

[0009] (1) 검사 장치에서 검사하여 검출한 결함의 위치 정보를 이용하여 관찰하고자 하는 결함이 리뷰 SEM의 촬상 시야에 들어가도록 하기 위한 시료 탑재 스테이지의 이동

[0010] (2) 리뷰 SEM에 의한 결함 부위의 고배율(5만~20만배 정도) 화상 촬상이며, 이들의 처리를 각 결함에 반복함으로써 기능이 실현된다.

[0011] 단, 결함 부위의 화상 촬상에서는, 검사 장치의 좌표 오차를 고려할 필요가 있다. 왜냐하면, 통상 검사 장치에는 수마이크로 미터~수십마이크로 미터의 좌표 오차가 포함되는 가능성이 있고, 직접, 결함 좌표 위치에 있어서 고배율(예를 들면 5만배~20만배)의 화상을 촬상하면, 그 시야 내의 결함이 들어가지 않을 우려가 있기 때문이다. 따라서, 이 케이스에 대해서는, 리뷰 SEM에서 처음에 결함이 존재한다고 생각되는 영역을 넓은 시야(예를 들면 15 μ m~10 μ m)에서 화상 촬상하고, 그 화상에 대하여 화상 처리에 의해 결함 위치 검출을 행하고, 검출된 위치가 시야의 중심으로 되도록, 협시야(예를 들면 10 μ m~4 μ m)에서 화상을 촬상함으로써 대응한다. 따라서, 이 경우, 상술한 기본 시퀀스에 있어서 리뷰 SEM에 의한 화상의 촬상이 2회 행해지게 된다.

[0012] 또한, 상술한 시퀀스에서의 결함 위치 검출을 실현하기 위한 하나의 수법으로서, 결함이 존재하지 않는 화상(참

조 화상)과 결합 부위를 촬상한 화상(결합 화상)을 비교하는 방식이 있다. 반도체 웨이퍼는 동일한 회로 패턴이 칩 단위로 반복 형성되어 있으므로, 이 비교 방식에 의해 결합 위치를 검출하는 경우에는, 통상, 결합 존재 부위와 동일 개소의 인접 칩 부위의 화상을 참조 화상으로서 이용한다. 따라서 이 경우에는, 상술한 시퀀스 외에, 참조 화상의 촬상 처리와 그를 위한 스테이지 이동이 더 필요하게 된다. 또한, 화상 취득 시에는, 초점 맞춤이나 명도 조정 처리 등의 화질 조정 처리도 필요하다.

[0013] 상술한 바와 같이, 결합 화상 이외에 참조 화상을 취득하는 시퀀스나, 결합 화상을 2종의 다른 시야에서 촬상하는 시퀀스와 같이, 하나의 결합에 대해 복수회의 화상 촬상을 행할 때에는, 각각에 있어서 화질 조정 처리가 필요해지는 경우도 있다.

[0014] 그런데, 이 결합 화상 자동 수집 기능에 대한 중요한 성능 지표로서, 스루풋이 있다. 스루풋이 높을수록, 단위 시간에 보다 많은 결합을 관찰하는 것이 가능하게 되고, 결합 발생 상황의 파악이나 대책 방법의 결정의 정밀도가 높아지는 것이 기대된다. 스루풋을 향상시키기 위해서는, 스테이지 이동의 단축이나 초점 맞춤 등의 화질 조정 기능에 요하는 시간의 단축 외에, 화상 촬상 시간 단축의 단축이 필요하다.

[0015] 화상 촬상의 단축화에는 다양한 어프로치가 있다. 예를 들면, 화상 평균화 처리에 이용하는 화상 매수의 삭감을 들 수 있다. SEM 화상은, 샷 노이즈(shot noise)가 많아 S/N비가 나쁘기 때문에, 동일 개소를 복수회 촬상하고, 그들의 화상을 평균화함으로써, S/N비가 높은 화상을 취득하는 것이 일반적이다. 이 평균화 처리에 이용하는 화상을 삭감하면 처리 시간은 단축된다. 그 밖에, 시료에 조사하는 전자 빔의 전류량(이후 프로브 전류)의 증가도 촬상 시간 단축에 효과적이다. 프로브 전류량이 많으면, 동일한 평균화 매수라도, 보다 S/N가 높은 화상을 취득할 수 있기 때문이다. 또한, 화상 사이즈(픽셀수)를 축소한 경우에는, 픽셀수의 삭감에 의한 화상 촬상 시간의 단축 효과도 예상할 수 있는 것 외에, 화상 처리 시간의 단축이나, 화상을 시스템 내에서 전송·격납하기 위한 시간의 단축 효과도 예상할 수 있어, 결과적으로 스루풋의 향상에 효과가 있다.

[0016] 한편, 지금까지 설명한 평균화 처리를 위한 화상 매수의 삭감이나, 프로브 전류의 증가, 화상 사이즈의 축소는, 저배율(즉 광시야)에서 취득한 화상에 대한 결합 검출 처리의 시점에서 보면, 검출이 보다 곤란해지는 방향으로 작용한다. 예를 들면, 화상 매수의 삭감은, 보다 저S/N의 화상으로부터 결합 검출을 행하게 되므로, 노이즈 등을 결합함으로써 오검출이 발생할 우려가 높아진다.

[0017] 또한 프로브 전류의 증가는, 시료 표면에서 일어나는 대전 현상이나, 또한 전자 빔 조사에 의한 시료에의 콘타미네이션 부착을 야기할 우려가 있고, 이 경우, 결합부가 아닌 개소라도 화상의 명도에 차이가 생겨, 정상부를 결합부로 오검출할 우려가 높아진다. 또한, 촬상 영역의 시야를 고정된 경우에서는, 화상 사이즈의 축소는, 화소 치수를 크게 하는 것과 등가이므로, 그 화소 사이즈에 가까운 혹은 미만의 사이즈의 결합을 자동 검출하는 것이 곤란하게 되어, 미소한 결합을 놓치는 일이 발생할 우려가 있다.

[0018] 이와 같이, 스루풋 향상을 목적으로 한 화상 촬상 조건의 변경은, 결합 검출 성능을 저하시키는 리스크가 증대할 우려가 있다. 이 스루풋과 결합 검출 성능의 관계는, 검사 대상으로 되는 웨이퍼의 공정·품질 등에서도 다르기 때문에, 현실에서는, 스루풋과 결합 검출 성능을 모두 충족시키는 촬상 조건을 찾아내는 작업은 조작자의 메뉴얼 작업에 의존하고 있다. 이 결과, 다품종 소량 생산 라인 등, 빈번하게 조건 설정을 행할 필요가 있는 경우에는, 그 작업에 방대한 시간을 요한다고 하는 문제가 있었다.

[0019] 본 발명의 목적은, 상기한 과제를 해결하여, 스루풋을 높게 유지하면서 높은 검출 성능을 충족시키는 결합 관찰 방법 및 그 장치를 제공하는 데 있다.

과제의 해결 수단

[0020] 상기 목적을 달성하기 위해, 본 발명에서는, 리뷰 SEM에 대해, 복수의 촬상 조건에서 취득된 화상 세트를 기억하는 수단과, 각 화상 세트에 대하여 결합 위치 정보를 부여하여 기억하는 수단과, 촬상 조건을 구성하는 각 파라미터(가속 전압이나 프로브 전류 등의 광학 파라미터나 화상 사이즈, 평균화 매수 등의 촬상 파라미터 등)에 대해서, 그 설정 후보값과 각 후보값을 설정하였을 때의 처리 시간의 대응 관계를 기억하는 수단을 설치하였다.

[0021] 또한, 촬상 조건을 구성하는 각 파라미터에 대한 후보값의 조합에 의해 복수의 촬상 조건을 설정하는 수단과, 복수의 촬상 조건에 대하여, 결합 검출 성능과 스루풋 성능을 시산하는 수단을 설치하였다. 또한, 결합 검출 성능과 스루풋값을 기준으로, 복수개의 촬상 조건으로부터 1개 혹은 복수개의 촬상 조건을 자동 선택하는 수단을 설치하였다. 또한, 설정된 복수의 촬상 조건마다 계산된 결합 검출 성능과 스루풋값을 대응지어 표시하는 기능이나 설정된 복수개의 촬상 조건 중으로부터 자동 선택된 촬상 조건을 선택적으로 표시하는 수단을 설치하

였다.

발명의 효과

[0022] 본 발명에 따르면, 장치에 설정되는 화상 자동 수집 기능의 각종 조건에 의존하여 변동하는 결함 검출 성능과 스루풋 성능의 2성능 지표에 관하여, 조건 설정의 내용과 성능 지표와의 관계를 유저가 용이하게 파악할 수 있도록 된다. 그 결과, 자동 리뷰를 행할 때의 조건 설정을 용이하게 행할 수 있게 된다.

도면의 간단한 설명

- [0023] 도 1은 본 발명의 제1 실시예에 따른 결함 관찰 장치의 구성을 도시하는 블록도.
- 도 2는 결함 관찰 시스템의 화상 촬상부의 구성을 도시하는 블록도.
- 도 3은 결함 화상 수집의 처리의 흐름을 설명하는 플로우도.
- 도 4는 본 발명의 제1 실시예에 따른 촬상 조건 평가 방법의 흐름을 설명하는 플로우도.
- 도 5는 촬상 조건 파라미터 일람의 예를 도시하는 도면.
- 도 6은 본 발명의 제1 실시예에 따른 결함 정보의 교시 화면의 정면도.
- 도 7은 촬상 조건 파라미터의 후보값과 처리 시간의 대응 관계의 예를 도시하는 도면.
- 도 8은 촬상 조건 평가 결과를 표시하는 화면의 정면도.
- 도 9는 촬상 조건 평가 결과를 표시하는 화면의 정면도.
- 도 10은 본 발명의 제2 실시예에 따른 결함 관찰 장치의 구성을 도시하는 블록도.
- 도 11은 본 발명의 제2 실시예에 따른 촬상 조건 평가 방법의 흐름을 설명하는 플로우도.
- 도 12는 촬상 조건 파라미터 일람의 예를 도시하는 도면.
- 도 13은 본 발명의 제3 실시예에 따른 촬상 조건 평가 결과를 표시하는 화면의 정면도.

발명을 실시하기 위한 구체적인 내용

[0024] 이하, 본 발명에 따른 결함 관찰 방법의 구체적인 실현 형태에 대해서 설명을 한다.

[0025] <실시예 1>

[0026] 도 1은, 본 발명에 따른 결함 관찰 장치의 구성도를 도시하고 있다. 본 장치는, 결함 화상을 촬상하기 위한 화상 촬상부(101), 장치 전체의 제어를 행하는 전체 제어부(102), 장치에 대한 각종 커맨드의 입력이나 처리 결과 등의 표시 기능을 갖는 입출력부(103), 자동 수집 기능을 실행하는 경우에 각종 설정 조건(레시피)을 기억하는 레시피 격납부(104), 레시피의 설정에 이용하는 평가용 화상을 격납하는 평가용 화상 격납부(105), 설정하는 레시피에 대해서 그 결함 검출율이나 스루풋을 평가하기 위한 레시피 평가부(106), 설정 조건에 따라서 변동하는 스루풋의 시산을 행하기 위해 필요한 데이터인 처리 시간 데이터를 격납한 처리 시간 데이터 격납부(107)로 이루어진다. 화상 촬상부(101)는, 시료의 국소 부위의 화상을 취득하기 위한 기능을 갖는다. 또한, 이하에서 설명하는 본 실시예에서는, 이 화상 촬상부로서 주사형 전자 현미경(Scanning Electron Microscope:SEM)을 이용한 경우에 대해서 설명하지만, 본 발명은 이 형태에는 한정되지 않고, 광학식의 결함 화상 취득 수단이어도 된다.

[0027] 도 2는 SEM을 이용한 화상 촬상부(101)의 구성예를 도시한 도면이다. 시료 웨이퍼(201)는, 이동 가능한 스테이지(202)에 탑재되어 있다. 전자원(203)으로부터 사출되어 인출 전극(204)에서 가속된 전자 빔(215)은, 컨덴서 렌즈(205)나 어퍼쳐(206) 대물 렌즈(207)에 의해서 집속되어 시료 표면에 입사된다. 시료 표면으로부터 발생하는 2차 전자나 반사 전자 등은 검출기(208)에서 검출되어 광전 변환된 후, 아날로그 디지털(A/D) 변환기(209) 등에 의해서 그 양이 디지털 데이터로 변환된다. 전자 빔(215)을 편향기(210)에 의해 시료 상에서 2차원 주사함으로써, 시료 상의 2차원 디지털 화상을 취득할 수 있고, 취득된 화상은 화상 기억부(220)에 격납된다. 각 부위는, 버스(116)를 통하여, 전체 제어부(102)에 접속되어 있다.

[0028] 이 장치에 있어서, 편향기(210)에 의해서 주사하는 영역(시야)을 변경하는 것은, 화상 촬상 시의 시야를 변경하는(=배율을 변경함) 것을 의미한다. 또한, 아날로그 디지털(A/D) 변환기(209)에 있어서 디지털 신호로 변환할

때의 변환 클럭 간격(샘플링 간격)의 대소는, 취득하는 디지털 화상의 화상 사이즈의 대소에 대응한다. 예를 들면 동일한 시야라도 샘플링 간격을 세세하게 하는 것은, 화상 사이즈를 작게 하는 것과 동가이며, 이 경우보다 미세한 결함을 화상으로서 포착할 수 있게 된다. 이와 같은 화상 취득에서의 각종의 설정 조건이나, 그 밖에 화상 촬상에서의 광학 조건(조사하는 전자 빔(204)의 가속 전압이나, 전류량(프로브 전류량) 등)은, 전체 제어부(102)로부터의 지시에 의해 버스(116)를 통하여 설정된다.

[0029] 다음으로, 도 1에 도시한 장치에 있어서 실행되는 자동 결함 화상 수집 기능의 처리 스텝과 설정해야 할 조건 설정의 파라미터 내용(레시피 내용)에 대해서 설명한다. 또한, 조건 설정 시에 고려해야 할 2개의 성능 지표(결함 검출 성능 및 스루풋)에 대해서도 아울러 설명한다.

[0030] 여기서, 결함 화상 수집 기능이란, 시료 상에 존재하는 결함, 혹은 결함이 발생한다고 의심되는 개소 등의 화상을 화상 촬상부(101)에서 자동 수집하는 기능이다. 화상 촬상해야 할 결함의 좌표 위치는, 외부로부터 입력된다. 구체적으로는, 시료 상의 결함의 존재 위치를 취득하는 것을 목적으로 한 결함 검사 장치나, 시료 상에 형성되는 회로 패턴의 형상을 추정하고, 원하는 패턴과 다른 패턴이 형성될 우려가 있는 개소를 특정하는 노광 시뮬레이터 등으로부터 주어진다.

[0031] 화상 수집의 스텝을 나타낸 것이 도 3이다. 본 도면은, 화상 수집 시퀀스의 일례로서, 어느 하나의 결함에 대해서, 결함 검사 장치에서 얻어진 결함 좌표를 이용하여, 결함 부위를 포함하는 광시야 화상과, 결함 부위와 동일한 회로 패턴이 형성되어 있다고 기대되는 참조 부위의 광시야 화상과, 결함부의 협시야의 화상의 합계 3화상을 취득하는 스텝을 나타내고 있다.

[0032] 도 3에 도시한 플로우에 있어서, 우선, 참조 부위가 화상 촬상부의 시야에 들어가도록 스테이지를 이동한다(T1). 다음으로, 그 부위의 광시야(예를 들면 시야 사이즈가 종방향 및 횡방향 모두 수십마이크로 미터) 화상을 취득한다(T2). 참조 부위는, 다이 비교에 의해 결함을 검출하는 경우에는, 결함 좌표에 대해 1칩분 어긋난 개소이다. 또한, 이 처리에는, 선명하고 고화질의 화상을 취득하기 위한, 초점 맞춤(오토 포커스)이나 화상 명도값 조정 등의 화질 조정 처리를 포함하는 것으로 한다. 그 후, 스테이지를, 결함 부위가 그 시야에 들어가도록 이동한다(T3). 다음으로, 광시야의 결함 화상을 촬상한다(T4). 그 후, 취득한 2종의 광시야 화상을 비교함으로써, 결함 위치의 검출을 행한다(T5). 그 후, 검출된 위치에 대해서, 협시야(예를 들면, 시야 사이즈가 종방향 및 횡방향 모두 수마이크로 미터)의 결함 화상을 취득한다(T6). 이상과, 하나의 결함에 대한 촬상 시퀀스이며, 이 처리를 웨이퍼 상의 복수의 결함에 대해서 순차적으로 행한다.

[0033] 또한, 참조 화상을 취득하는 목적은, 전술한 바와 같이, 광시야의 결함 화상으로부터의 결함 위치 검출을 참조 화상과의 비교에 의해 행하기 위함이다. 반도체의 회로 패턴에는, 예를 들면 플래시 메모리 디바이스의 메모리 셀부 등과 같이, 동일한 회로 패턴이 반복 형성되어 있는 개소가 있지만, 이와 같은 반복 패턴에 대해서는, 상술한 바와 같이 참조 화상을 결함 좌표에 대하여 1칩분 어긋난 반도체의 회로 패턴의 결함이 없는 부분을 촬상하여 취득하는 방법이 아니라, 결함을 포함하는 개소를 촬상하여 얻은 결함 화상으로부터 회로 패턴의 반복성을 이용함으로써 합성하는 것이 가능하다. 이와 같이 하여 광시야의 결함 화상을 이 결함 화상으로부터 합성하여 작성한 참조 화상을 비교함으로써 결함의 위치를 검출하는 것이 가능하다. 따라서, 결함이 발생하고 있는 개소가 메모리 셀부 등과 같은 반복 패턴부인 것을 사전에 어떠한 방법으로 판정할 수 있으면, 참조 화상의 취득이나 그 때문에 발생하는 스테이지 이동 등은 불필요해진다. 또한, 광시야 및 협시야의 2종의 시야의 화상을 취득하는 이유는, 전술한 바와 같이, 검사 장치로부터 출력되는 결함 좌표의 오차나, 스테이지의 이동 오차 등에 의해, 협시야의 화상만을 취득하면 시야 내에 결함이 포함되는 것이 보증되지 않을 경우가 있기 때문이다.

[0034] 여기까지 설명한 화상 자동 수집의 처리 시퀀스 및, 앞서 설명한 리뷰 SEM의 화상 촬상 원리로부터, 결함 화상 자동 수집 기능을 실현하기 위해, 설정할 처리 파라미터에는, 이하의 5항목이 포함된다.

[0035] (1) 가속 전압

[0036] (2) 프로브 전류

[0037] (3) 평균화 처리에 이용하는 화상 매수(광시야 화상과 협시야 화상의 각각)

[0038] (4) 화상 사이즈(광시야 화상과 협시야 화상의 각각)

[0039] (5) 시야 사이즈(광시야 화상과 협시야 화상의 각각)

[0040] 이들의 조건값은, 레시피로서 화상 자동 수집의 실행 시에 앞서서, 레시피 격납부(104)에 격납되어 있는 것이

필요하다.

- [0041] 그런데, 결합 화상의 자동 수집 기능에 있어서는, 결합 검출 성능과 스루풋이 중요한 성능 지표이다. 우선 결합 검출 성능이지만, 이것은, 광시야의 결합 화상으로부터 결합 위치를 검출하는 처리의 정밀도를 의미한다. 결합 검출에 실패한 결과, 결합부 이외의 개소가 결합으로 오검출되면, 그 개소를 촬상한 협시야의 화상은 당연히 의미가 없는 것으로 된다. 그 때문에, 결합 검출율은 통상 95% 이상의 정밀도를 갖는 것이 요구되고 있다.
- [0042] 결합 화상의 자동 수집에서의 중요한 성능 지표의 또 하나는, 스루풋이며, 이것은 단위 시간당의 화상 수집 결합수이다. 스루풋의 향상에는, 도 3에 도시한 각 스텝에서의 처리 시간, 구체적으로는, 협시야, 광시야의 화상 촬상 시간, 스테이지의 이동 시간, 결합 검출 처리의 시간, 그 밖에 화질 조정 처리의 시간 등을 삭감할 필요가 있다.
- [0043] 다음으로, 본 발명에서의 레시피 설정 방법에 대해서 설명한다. 도 4에 처리 플로우를 나타낸다. 우선 상술한 (1) 내지 (5)의 처리 파라미터에 다른 값을 설정한, 복수의 촬상 조건 세트에서 취득된 화상 데이터를 취득하고, 평가 화상 격납부(105)에 격납한다(S1).
- [0044] 이 구체적인 실현 형태의 하나로서, 평가 화상 격납부(105)에, 도 5에 도시한 바와 같은 각 파라미터의 설정 후보값의 일람 데이터를 테이블 형식으로 유지해 둔다. 전체 제어부(102)는, 각 파라미터의 후보값의 조합에 의해 복수의 촬상 조건 세트를 작성하고, 각 촬상 조건 세트의 내용으로, 화상 촬상부(102)에서 화상을 촬상한다.
- [0045] 도 5에 도시한 예에서는, 파라미터에 대한 설정 후보값의 일례로서, (1) 가속 전압 3종, (2) 프로브 전류 3종, (3) 평균화 처리 매수 4종, (4) 화소 사이즈 4종, (5) 시야 4종의 경우를 나타내고 있다. 파라미터의 후보값의 수는 테이블에 설정하는 내용에 의존하여 그 다소가 변화하기 때문에, 각 파라미터에 대한 후보값을 늘려 가면, 그 조합의 총수가 폭발적으로 증가하게 된다. 그 때문에, 평가 화상의 취득 시간을 단축하기 위해서는, 파라미터의 종류를 사전에 좁혀두거나, 혹은 후보값의 수를 줄여 두는 것이 효과적이다. 스테이지(202) 상에는, 화상 데이터를 수집하기 위한 시료 웨이퍼를 미리 탑재해 두고, 전체 제어부(102)가, 상술한 각 파라미터에 대한 후보값의 조합에 의해 생성되는 촬상 조건에 기초하여, 도 3에 도시한 처리 스텝에서, 화상 촬상부(101)에서 화상 취득을 행하도록 지시한다. 촬상하는 결합은, 수개~수십개의 범위가 실용적이지만, 이것에는 한정되지 않는다. 촬상된 화상은 화상 기억부(210)에 격납된다.
- [0046] 다음으로, 취득된 평가용 화상 데이터의 광시야의 결합 화상을 대상으로 하여, 화상 내에서의 각 결합부의 위치를 교시한다(S2). 도 6은, 교시 처리를 실행하는 입출력부(103)의 표시 화면의 일례이다. 썸네일부(601)는, 수집한 결합 화상이 썸네일 표시되는 부위이다. 화상 기억부(210)로부터, 시료 웨이퍼를 촬상한 화상의 내, 동일 조건에서 촬상된 화상 데이터가 읽어내어져 그 일람이 여기에 표시된다. 도 6의 예에서는, 수집한 결합 화상의 예로서 참조 부호 6011~6014를 나타내고 있다. 이 영역에서 참조 부호 6011~6014 중에서 임의의 화상을 마우스 커서(605)에 의해 선택함으로써, 교시 영역(602)에 그 화상을 확대 표시할 수 있다.
- [0047] 이 교시 영역(602)에서는, 화면 상에 표시된 화상에 대해, 마우스 커서(605)를 이용하여 결합 부위(603)의 위치를 등록한다. 구체적으로는, 결합의 중심 위치(도면 중 +)와 그 결합의 범위(도면 중 0)를 의미하는 결합 정의 영역(604)을, 화면 상에서 마우스 커서(605)를 조작함으로써 정의하여, 등록한다. 썸네일부(601)에서의 화상 선택과, 교시 영역(602)에서의 교시 처리를 반복함으로써, 취득한 화상 데이터에 대하여 교시를 행한다. 또한, 교시된 화상 데이터는, 평가용 화상 격납부(105)에 격납된다.
- [0048] 각 파라미터 항목 (1)~(5)에 대해서 각각의 설정값을 선택하여 설정한 하나의 촬상 조건 세트에 대하여 이 평가용 화상 데이터에 등록하는 결합수를 N개, 촬상 조건 세트의 수를 M개로 하면, 교시해야 할 결합의 수는, $N \times M$ 개로 되고, M이 많은 경우에는, 모두를 화면 상으로부터 등록하는 것은 비현실적으로 된다. 이것에 대응하는 방법으로서, 화상 촬상부(101)에 있어서 취득한 화상 데이터의 모두에 대하여 교시를 행하는 것이 아니라, 어느 하나의 촬상 조건에서 취득한 화상 데이터에 대하여 등록된 교시 데이터를, 그 밖의 촬상 조건에서 취득한 화상 데이터에 대해 적용하는 것도 가능하다.
- [0049] 구체적 수순으로서, 우선, 미리 시료 상의 각 결합에 ID를 붙여 둔다. 그리고, 그 시료 웨이퍼로부터 N개의 결합 화상 세트를 촬상 조건 세트 중의 1개에 의해 취득한다. 그리고 다음으로, 이 N개의 화상에 대해, 도 6에 도시한 방법을 이용하여 결합 위치를 등록한다. 다음으로, 그 밖의 촬상 조건에서 동일 결합의 화상을 촬상한다. 이 때, 앞서 촬상한 결합과 동일한 ID를 갖는 결합만을 촬상한다. 이 ID를 이용함으로써, 다른 촬상 조건에서 취득한 결합 화상 데이터 중으로부터, 동일 결합을 선택하는 것이 용이해진다. 다음으로, 아직 교시를 행하고 있지 않은 결합 화상을 선택하고, 그 결합의 ID를 취득한다. 그리고, 그 ID에 대응하는 교시 완료된 결합

화상을 취득한다.

- [0050] 다른 촬상 조건에서 취득된 2개의 동일 결함의 화상은, 촬상 조건의 차이에 의해 화질이 다른 것은 당연하지만, 그 이외에도, 스테이지 정지 정밀도의 오차 등에 기인하는, 미묘한 시야 어긋남이 존재하는 것이 통상이다. 따라서, 교시 완료된 화상과, 아직 교시가 되어 있지 않은 동일 결함의 화상과의 시야 어긋남량을 패턴 매칭에 의해 검출하고, 그 어긋남량을, 교시 완료된 결함 화상의 결함 위치에 가산함으로써, 미교시 화상에서의 결함의 위치를 추정한다. 이것에 의한 결함 위치의 추정을 M개의 촬상 화상 세트에 대해 행한다. 이 결과, 교시 처리를 N회 행하는 것만으로, 결과적으로 N×M매의 결함 화상 데이터의 결함 위치를 구하는 것이 가능하게 된다.
- [0051] 다음으로, 촬상 조건 세트로부터 1개의 조건을 선택하고(S3), 그 조건에서 촬상한 화상 데이터 세트(N개)에 대하여 결함 검출 처리를 실행한다(S4). 이 결함 검출 처리는, 레시피 평가부(106) 내의 결함 검출 실행부(108)에 의해 행해진다. 결함 검출 실행부(108)는, 그 내부에 결함 검출 처리를 실행하기 위한 프로그램을 격납하고 있고, 입력되는 광시야의 화상에 대해, 도 3의 처리 플로우에서 실행되는 결함 검출 처리(T5)와 동일한 처리를 오프라인 실행하는 기능을 갖는다. 이 결함 검출 처리는, 화상 데이터 세트의 N개 모두에 대하여 행한다.
- [0052] 다음으로, 그들의 N개의 결함 검출 처리의 결과 데이터를 이용한 결함 검출 성능의 산출이 도 1에 도시한 결함 관찰 장치에서의 레시피 평가부(106)의 내부의 결함 검출 성능 산출부(109)에서, 현재 선택되어 있는 촬상 조건에서의 스루풋 성능의 산출이, 스루풋 산출부(110)에서, 각각 행해진다(S5). 이 처리는, 모든 촬상 조건 세트 M개에 대하여 행해진다.
- [0053] 결함 검출 성능 산출부(109)에서의 결함 검출 성능의 산출에 있어서는, 결함 검출 실행부(108)에서의 처리 결과의 결함 검출 위치와, 교시된 결함 검출 위치를 비교하고, 그 위치의 차이를 평가한다. 평가 방법으로서는 예를 들면, 교시 시에 정의된 정의 영역의 원(604)의 내측에, 결함 검출 위치가 존재하면 결함 검출 성공, 존재하지 않으면, 실패라고 판정하는 방법이 있다. 동일 촬상 조건에서의 결함 화상 데이터 세트 N개 모두에 대해서, 성공·실패 중 어느 것인지를 판정하고, 그 성공수의 비율을 결함 검출 성능으로 한다.
- [0054] 한편, 스루풋의 산출에서는, 처리 시간 데이터 격납부(107)에 격납된 처리 시간에 함수 데이터를 이용한다. 도 7은 그와 같은 처리 시간 데이터의 예이다. 도 7에는, 도 3에 도시한 결함 화상 수집의 각 처리 스텝 T1~T6에 대해서, 도 5에 도시한 촬상 조건 파라미터의 각 후보값을 설치한 경우의 처리 시간을 표 형식으로 표현한 것이다. 현재 선택되어 있는 촬상 조건에 대해서, 그 설정 파라미터의 값으로부터, T1~T6까지의 각 처리의 시간도 도 7에 도시한 표로부터 읽어내어지고, 그 6개의 값의 합을 계산함으로써, 하나의 결함의 화상을 수집하기 위한 시간이 산출된다.
- [0055] 예를 들면, 현재 선택되어 있는 촬상 조건을 이하로 한다.
- [0056] (1)·광시야 참조 화상의 화상 사이즈:1024
- [0057] 광시야 참조 화상의 가산 매수:8
- [0058] (2)·협시야 결함 화상의 화상 사이즈:512
- [0059] ·협시야 결함 화상의 가산 매수:16
- [0060] 이 경우, T1:600msec, T2:800msec, T3:400msec, T4:800msec, T5:1000msec, T6:400msec로 되기 때문에, 토탈 처리 시간은, 4000msec로 된다. 이 값을 환산함으로써, 스루풋(예를 들면 한 시간에서 자동 관찰 가능한 결함의 수) 약 900으로 산출된다.
- [0061] 도 7에 도시한 각 처리 시간의 데이터는, 장치에 대하여 고유하기 때문에, 미리 정해 두는 것이 가능하다. 이 경우, 값으로서의 평균적인 값이 설정되어 있으면 된다. 예를 들면, 스테이지 이동에 요하는 시간은, 어떤 결함에 대한 결함부의 위치와 다른 결함의 참조 부위간의 스테이지 이동에 요하는 시간이며, 엄밀하게는, 결함의 사이의 거리에 의해, 즉 결함 분포에 따라서 변화하지만, 일반적인 기준(예를 들면, 평균 이동 거리=10mm 등)을 설정하고, 게다가 평균적인 시간을 나타내는 것으로 한다.
- [0062] 또한, 여기서는, 스루풋의 산출법으로서, 도 7에 도시한 바와 같은 각 처리 시간 데이터를 기초로 하여 쌓아 올림(가산)에 의해 추정하는 방법을 나타냈지만, 이 밖에도, 예를 들면, 처리 스텝 S1에서의 평가용의 화상 데이터 수집 처리 시에, 화상 수집에 요한 시간을 측정해 두고, 그 값을 사용할 수도 있다.
- [0063] 마지막으로, 레시피 평가부(106)에서 산출된 각종의 촬상 조건 세트에 대한 결함 검출 성능과 스루풋의 산출값을 입출력부(103)에 출력한다. 도 8은 그 표시 화면의 일례이다. 촬상 조건 세트마다, 설정되는 파라미터의

값과 결함 검출 성능, 스루풋 성능이 정렬 표시되어 있다. 이 화면에서는, 임의의 파라미터를 키로 한 데이터의 재배열이 가능하며, 조건 세트간의 비교를 용이하게 행할 수 있다. 이들의 표시 결과를 목시하고, 실제로 이용하는 조건을 복수 선택하여(체크 박스로 표시), 등록 버튼을 클릭함으로써, 선택된 조건 설정 내용은, 레시피 격납부(104)에 기억된다.

[0064] 또한, 레시피 격납부(104)에 등록되는 조건 설정은, 상술한 바와 같이 입출력부(103)에서의 표시 화면 상에서 메뉴얼에 의해 지시하는 것 외에, 레시피 평가부(106) 자신이 사전에 정한 기준에 기초하여 자동 결정하는 것도 가능하다. 예를 들면, 「결함 검출 성능이 95% 이상의 활상 조건이며, 또한 스루풋 성능이 가장 높은 것」 등이 기준으로 된다. 이 경우, 도 9와 같이 표시 화면 상에서, 미리 결함 검출 성능에 대해서 소정의 기준을 충족시키는 조건만을 하이라이트 표시(도 9의 예에서는 해당하는 항목의 란을 그레이로 모두 칠해서 표시하고 있음)해 두고, 그들 하이라이트 표시된 것 중에서 가장 스루풋이 높은 조건에 대해, 자동으로 체크 표시를 한 상태로 표시하면, 조작자에 의한 확인 작업이 보다 용이해진다. 이 경우, 조작자가 확인 후에 레시피 격납부에 등록하는 것도 가능하며, 또한, 확인 작업을 행하는 일 없이 자동으로 등록하도록 하여도 된다. 어쨌든 간에, 도 8에 도시한 바와 같이, 복수의 활상 조건에 대해서, 그 결함 검출 성능과 스루풋 성능의 2개의 성능 지표를 표시하고, 또한, 조건 파라미터나 성능 지표에 기초하여 선택, 정렬하는 기능을 갖게 함으로써, 자동 수집에 적합한 활상 조건의 선택이 용이해진다.

[0065] <실시예 2>

[0066] 다음으로, 본 발명에 따른 결함 관찰 방법의 제2 실시예에 대해서 설명한다.

[0067] 제1 실시예에 있어서는, 결함 검출 성능의 평가에 이용되는 평가 데이터의 수집은, 사전에 설정한 복수개의 활상 조건 세트에 따라, 화상 촬상부(101)에서의 화상 촬상을 통하여 행해지고 있었다. 평가용 화상 데이터의 수집에 있어서, 이와 같이 모든 데이터를 실제로 화상 촬상하는 것이 아니라, 이미 수집 완료된 화상 데이터를 이용하여, 다른 활상 조건에서의 평가 데이터를 시뮬레이션 작성하는 기능을 갖는 본 발명에 관한 리뷰 SEM을 본 실시예에서 설명한다.

[0068] 본 실시예의 리뷰 SEM의 장치 구성을 도 10에 도시한다. 도 1에 도시한 장치 구성에 대해, 화상 작성의 기초로 되는 기준 화상을 그 활상 조건과 대응지어 격납하는 기준 화상 격납부(1001)와, 기준 화상으로부터, 화상을 시뮬레이션 생성하는 화상 생성부(1002)를 더 구비하고 있다. 화상 생성부(1002) 중에는, 기준 화상의 활상 조건을 기초로, 다른 활상 조건을 생성하는 활상 조건 생성부(1003)와, 그들의 조건의 화상을 화상 촬상부에 의해 촬상할 필요가 있는지, 혹은 시뮬레이션 작성하는 것이 가능한지의 여부를 판정하는 판정부(1004), 그리고 시뮬레이션에 의한 화상 생성을 행하는 시뮬레이터(1005)로 구성되어 있다.

[0069] 본 발명에 따른 처리 플로우를 도 11에 나타낸다. 본 예는, 도 4에 도시한 제1 실시예에서의 처리 플로우에 대해, 다른 조건에서의 화상 세트의 수집 방법 및 결함 영역의 교시 플로우에 대해서 차이가 있다.

[0070] 우선, 사전에, 활상 조건으로서 설정되는 각 파라미터의 설정값 후보 일람과 그들의 파라미터에 대해서 설정값을 변경한 화상을 촬상하는 데, 화상 촬상부에서의 화상 촬상이 필요한지의 여부의 정보를 나타낸 일람 데이터를 기준 화상 격납부(1001)에 격납해 둔다. 도 12는 그 예이다. 파라미터의 종류는, 가속 전압, 프로브 전류, 평균 매수, 화상 사이즈, 시야 사이즈의 5종이며, 각각 3종, 4종, 4종, 4종, 4종의 설정 후보값이 있는 것으로 한다.

[0071] 또한, 도 12에는, 각 파라미터에 대해, 상(像) 취득이, 「필요」 「불필요」 중 어느 것인지 나타내어져 있다. 이것은, 실제로 촬상한 화상으로부터 활상 조건을 변경한 화상을 취득하는 데, 다시 상 취득을 행할 수 있는지의 여부를 나타내는 것이다. 예를 들면, 평균 매수의 파라미터에 대해서는, 「불필요」로 되어 있다. 평균 매수를 변경하면 화상의 S/N이 변화하지만, 이 S/N의 변화는 시뮬레이션이 가능하기 때문에, 어떤 활상 조건에서 취득한 화상에 대해, 평균 매수의 조건만을 변경한 화상을 얻을 때, 실제로 화상 촬상을 행하는 일 없이 시뮬레이션을 활용할 수 있다고 하는 것을 의미한다.

[0072] 그리고, 도 12에 도시한 파라미터 후보 일람을 기초로, 활상 조건 생성의 기초로 되는 기준 활상 조건을 정한다. 이 때, 상 취득의 필요 여부가 「필요」로 되어 있는 파라미터, 구체적으로는, 가속 전압, 프로브 전류, 시야 사이즈에 대해서는, 사전 설정된 값으로 한다. 한편, 상 취득의 필요 여부가 「불필요」로 되어 있는 파라미터, 구체적으로는 평균 매수와 시야 사이즈에 대해서는, 평균화 매수는 가능한 한 많은 수(예를 들면 도 12와 같은 파라미터 설정값 후보 일람이 있는 경우에는, 상한값의 16), 화상 사이즈에 대해서도 가능한 한 많은 수(도 12에 도시한 경우에는, 상한값 1448 픽셀)로 한다. 이와 같은 상한값에서의 화상 데이터를 취득해 두

면, 그 밖의 조건에서의 촬상 데이터를 시뮬레이션 작성하는 것이 용이하기 때문이다.

- [0073] 도 11에 나타난 플로우도에 따라서 처리의 흐름을 설명한다. 우선, 기준 촬상 조건에서, 평가용 결합 화상 데이터를 화상 촬상부(101)에서 취득한다(S1101). 다음으로, 취득한 화상에 대해, 제1 실시예와 마찬가지로, 도 6에 도시한 표시 화면을 통하여 결합 위치를 교시한다(S1102). 그 후, 도 12에 도시한 각 파라미터의 후보값을 조합함으로써, 복수의 촬상 조건을 설정한다(S1103). 다음으로, 설정된 촬상 조건을 1개 선택하고(S1104), 그 조건에서의 화상 촬상의 실행, 혹은 시뮬레이션에서의 화상 생성을 행한다.
- [0074] 여기서, 화상을 촬상할지 시뮬레이션 생성할지의 판정(S1105)은, 이하에 의해 행한다.
- [0075] Step1: 현재 선택되어 있는 촬상 조건과 기준 촬상 조건에서, 설정값에 차이가 있는 파라미터의 종류를 취득한다. 이 파라미터 종류는 1로는 한정되지 않고, 복수인 경우도 있다.
- [0076] Step2: Step1에서 추출된 파라미터에 대해서, 도 12에 나타난 표로부터 그 파라미터에 대해서 「상 취득의 필요 여부」의 내용을 취득한다.
- [0077] Step3: Step2의 결과, 파라미터 중에 「상 취득의 필요 여부」에 대해서 「필요」로 되어 있는 것이 하나도 없으면, 시뮬레이션 작성을 행하고, 그렇지 않은 경우는 화상 촬상을 행하는 것으로 한다.
- [0078] 도 12에 도시한 케이스에서는, 예를 들면 Step1에서 추출된 촬상 조건 파라미터에 가속 전압의 변경이 포함되는 경우는 화상 촬상부(101)에 의한 취득이 필요해지고, 또한, 추출된 파라미터 1개이며, 평균 매수와 화상 사이즈 중 어느 하나인 경우와, 파라미터가 2개이며, 평균 매수와 화상 사이즈인 경우에는, 시뮬레이션에 의한 작성이 행해진다.
- [0079] 시뮬레이션 생성 처리(S1106)의 방식을 이하에 나타낸다. 우선, 평균 매수에 관한 시뮬레이션 화상의 작성에 대해서는 이하이다. 평균 매수를 감소한 것은 S/N비가 저하되는, 신호(S)를 일정하게 한 경우에는, 노이즈(N)가 증대한 것을 의미한다. 따라서, 취득한 기준 화상에 대하여, 랜덤 노이즈를 가하는 처리를 행함으로써 보다 평균 매수가 적은 경우의 화상을 시뮬레이션 작성하는 것이 가능하다.
- [0080] 평균 매수와 S/N의 사이에는, 「평균 매수를 2배로 하면, S/N은 $\sqrt{2}$ 배 향상」한다고 하는 통계적인 관계가 있다. 따라서, 이 관계를 이용하여, 기준 화상으로부터 산출한 S/N의 값과, 지정된 평균 매수의 값으로부터, 기대되는 시뮬레이션 화상의 S/N을 구하고, 실제로 그와 같은 화상이 얻어지도록, 시뮬레이터(1005)에서 가하는 노이즈량을 조정함으로써 실현된다. 또한, 화상 사이즈에 관한 시뮬레이션은, 기준 화상(화상 사이즈(1448))을 씌움으로써, 예를 들면 1024, 724 픽셀의 화상을 생성한다. 또한, 씌움 처리에 있어서는, 씌움 전후에서, 화상 S/N이 변화하지 않도록 행하는 것이 중요하다.
- [0081] 한편, 선택되어 있는 촬상 조건의 화상 취득을 위해서는 화상 촬상부(101)에서의 촬상이 필요하다고 판정된 경우는, 그 조건에서 실제로 화상 촬상을 행한다(S1107). 이와 같이 재촬상된 화상은, 이미 교시 데이터가 설정되어 있는 결합 화상이란, 시야가 어긋나 촬상될 가능성이 높기 때문에, 실시예 1에 나타난 방법과 마찬가지로, 패턴 매칭에 의해 시야 어긋남량을 검출하고, 그 값을 가산함으로써 취득 화상 상에서의 결합 위치를 특정하여 교시 데이터로 한다.
- [0082] 또한, 시뮬레이션 작성한 경우에는, 시야 어긋남은 없기 때문에, 기준 화상에 대한 교시 결과를 그대로 시뮬레이션 작성 결과의 교시 결과로 할 수 있다. 도 11의 처리 플로우에서의, S1106 및 S1108 이후의 처리 S1109 내지 S1112까지는, 도 4에서 설명한 실시예 1에 관한 처리 S4 내지 S7까지와 마찬가지로 된다.
- [0083] 이와 같이 다른 촬상 조건의 화상 데이터 세트를 모두 화상 촬상부(101)에 있어서 촬상하지 않고, 변경되는 파라미터의 종류에 따라서 시뮬레이션 작성으로 대응함으로써, 화상 세트 작성의 효율화가 도모된다. 다품종 소량 생산의 라인에 있어서는, 작성할 레시피의 종류는 많기 때문에, 이와 같은 레시피의 작성에 관한 화상 수집 시간의 효율화가 끼치는 영향은 크다. 가장 현저한 경우로서, 시뮬레이션 작성이 가능한 조건만, 즉 가산 매수와 화상 사이즈만 파라미터 변경을 행한 화상을 취득하는 경우에는, 화상 촬상은 완전히 불필요하게 되므로, 본 평가용 화상 데이터 작성은, 화상 촬상부(101)와 분리된 장소, 예를 들면 네트워크 접속된 다른 단말기에서의 오프라인 작업이 가능하게 된다.
- [0084] <실시예 3>
- [0085] 다음으로, 본 발명에 따른 결합 관찰 방법의 제3 실시예에 대해서 설명한다. 여기까지 설명한 제1 및 제2 실시예에 있어서는, 평가용의 결합 화상 데이터 세트에 대한 교시 처리에서는, 결합 위치만을 교시하고 있었다. 본

실시예에서는, 결함 위치 이외의 다른 결함 정보를 설정한다고 하는 점에서, 앞선 실시예와 다르다.

- [0086] 이미 설명한 교시 처리 화면(도 6)에서의, 결함 정보 입력부(606)가, 각종의 결함 정보를 입력하기 위한 영역이다. 각 결함에 대해서, 교시 영역(602)에서의 결함 위치의 등록 시에, 그 결함에 대한 정보, 그 종류(이물 부착, 배선 단락 등)나, 사이즈, 표면의 요철 상태, 화상의 명도, 형상 등의 특징 중 어느 하나 이상을 입력하여 등록하는 것이 가능하다.
- [0087] 이와 같이 하여 각 결함에 대해서, 결함 위치 이외의 결함 정보를 부여한 경우, 그들의 속성에 따라서 결함 자동 수집에 적합한 촬상 조건을 설정하는 것이 가능하게 된다. 예를 들면, 평가 샘플을 그 결함종이나 결함 사이즈로 분류하고, 그 분류 결과마다, 촬상 조건과 결함 검출 성능 및 스루풋의 관계를 평가하는 것이 가능하게 된다. 예를 들면, 결함 사이즈를 예로 들면, 결함을 임의의 사이즈로(예를 들면 1마이크로 미터) 기준으로 2개의 클래스로 나누고, 각 클래스에 대하여 적합한 촬상 조건을 설정하는 것이 가능하게 된다. 예를 들면, 결함 사이즈가 큰 경우에는, 일반적으로는 화상 처리에 의한 결함 검출은 용이하므로, 결함 사이즈가 기준값보다 큰 클래스에 대해서는, 평균 매수가 적은 혹은 화상 사이즈가 작은 등의, 고스루풋 조건이라도 결함 검출율의 저하를 야기하는 리스크가 낮다. 한편, 미소한 결함으로 되면 될수록 결함 검출이 어렵게 되기 때문에, 결함 사이즈가 기준값보다 작은 클래스에 대해서는, 보다 결함 검출의 성능이 저하되기 어려운 조건, 즉 스루풋을 희생한 조건에서 화상 수집을 행하는 것이 적합하게 된다.
- [0088] 이와 같이 결함의 클래스별로 결함 검출 성능과 스루풋을 평가한 결과의 표시 화면을 도 13에 도시한다. 본 도면에서는, 상단에 사이즈 1 μ m 이상의 결함용의 촬상 조건 평가 결과, 하단에 사이즈 1 μ m 미만의 결함용의 촬상 조건 평가 결과를 나타내고 있다. 각 결과에 있어서, 촬상 조건으로 주어져 있는 번호가 동일한 것은, 동일 내용이다.
- [0089] 결함 사이즈의 대소에 의해, 결함 검출의 용이함이 다르기 때문에, 결함 사이즈가 큰 것에서는, 4조건 중, 3조건(조건 2, 3, 4)에서 95%의 결함 검출 성능이 달성되고, 그 중에서의 최고 스루풋이 2250인 것에 대해, 결함 사이즈가 작은 것에 대해서는, 조건 4밖에 결함 검출 성능 95%를 달성할 수 있는 것이 없고, 게다가 그 스루풋은 780으로 낮아져 있는 예이다.
- [0090] 결함 검사 장치는, 결함의 위치 이외에도, 그 사이즈의 개략값을 출력하는 기능이 있기 때문에, 이 결과를 이용함으로써, 각 결함마다 그 결함 사이즈에 적합한 화상 자동 수집의 촬상 조건을 설정할 수 있도록 된다. 결함 검사 장치에는, 결함 사이즈 외에, 결함의 자동 분류 결과를 출력하는 기능을 갖는 것도 있고, 그와 같은 결과를 이용하면, 결함 사이즈뿐만 아니라 결함종의 정보를 이용한 촬상 조건의 절환도 가능하게 된다.

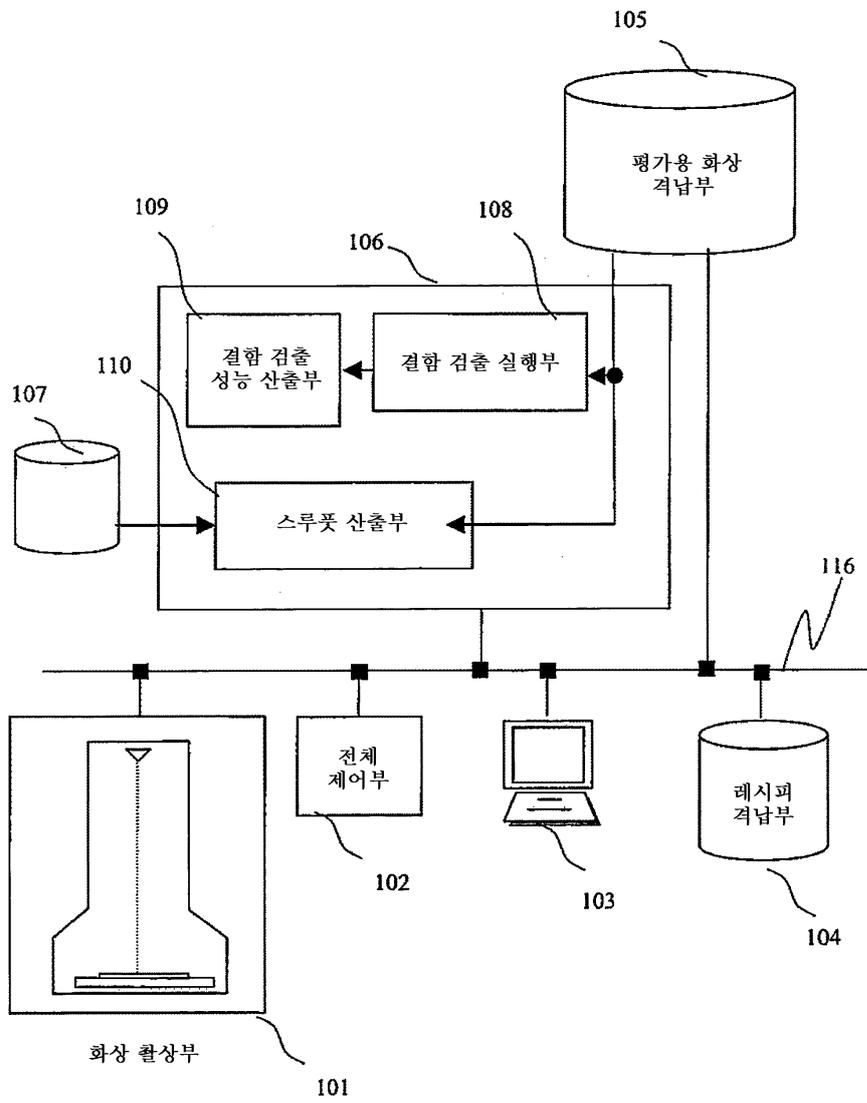
부호의 설명

- [0091] 101 : 화상 촬상부
- 102 : 전체 제어부
- 103 : 입출력부
- 104 : 레시피 격납부
- 105 : 평가용 화상 격납부
- 106 : 레시피 평가부
- 107 : 처리 시간 데이터 격납부
- 108 : 결함 검출 실행부
- 109 : 결함 검출 성능 산출부
- 110 : 스루풋 산출부
- 201 : 시료
- 202 : 스테이지
- 203 : 전자원
- 204 : 전자 빔

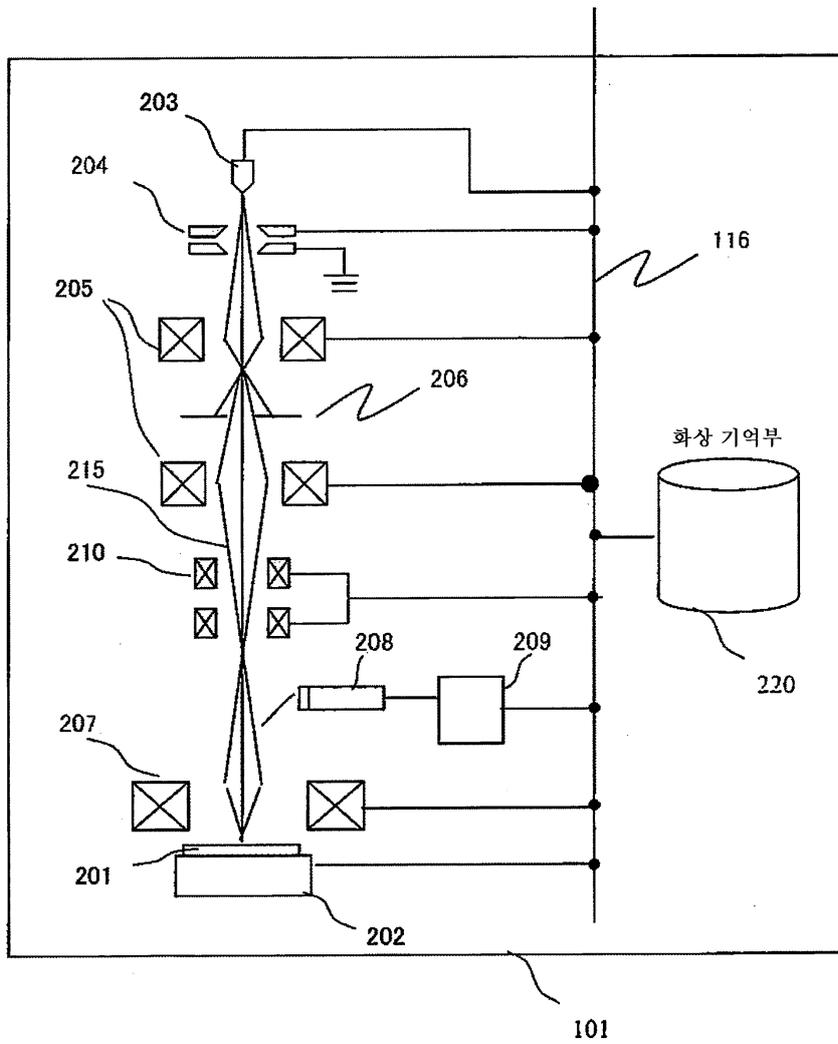
- 205 : 컨덴서 렌즈
- 206 : 대물 렌즈
- 207 : 검출기
- 208 : 아날로그 디지털 변환기
- 209 : 편향기
- 210 : 화상 기억부
- 601 : 썸네일부
- 602 : 교시 영역
- 603 : 결합 부위
- 604 : 정의 영역
- 606 : 결합 정보 입력부
- 1001 : 기준 화상 격납부
- 1002 : 화상 생성부
- 1003 : 촬상 조건 생성부
- 1004 : 판정부
- 1005 : 시뮬레이터

도면

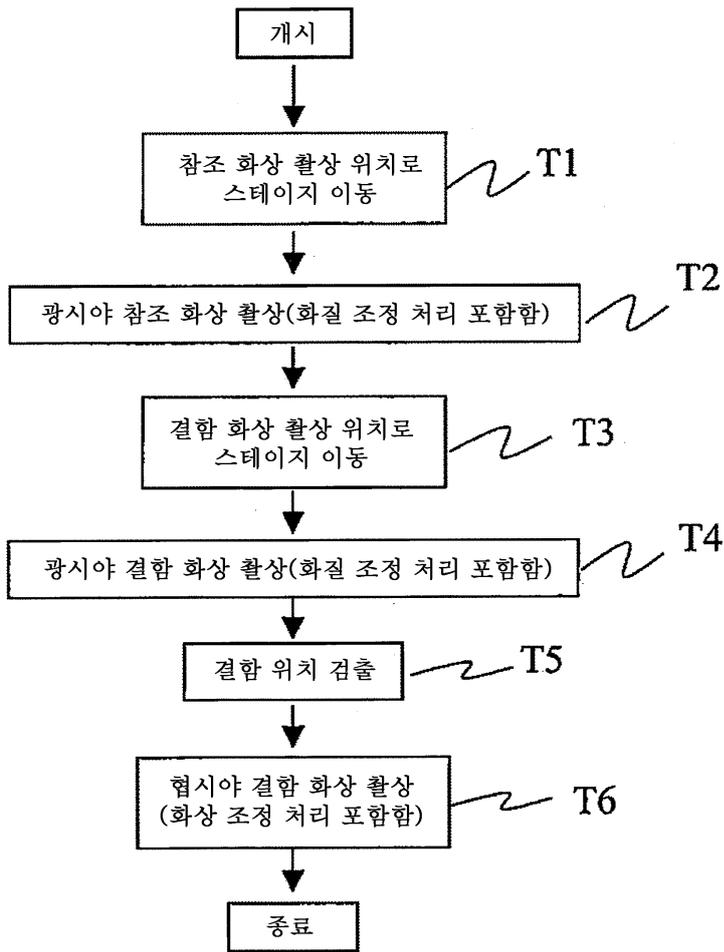
도면1



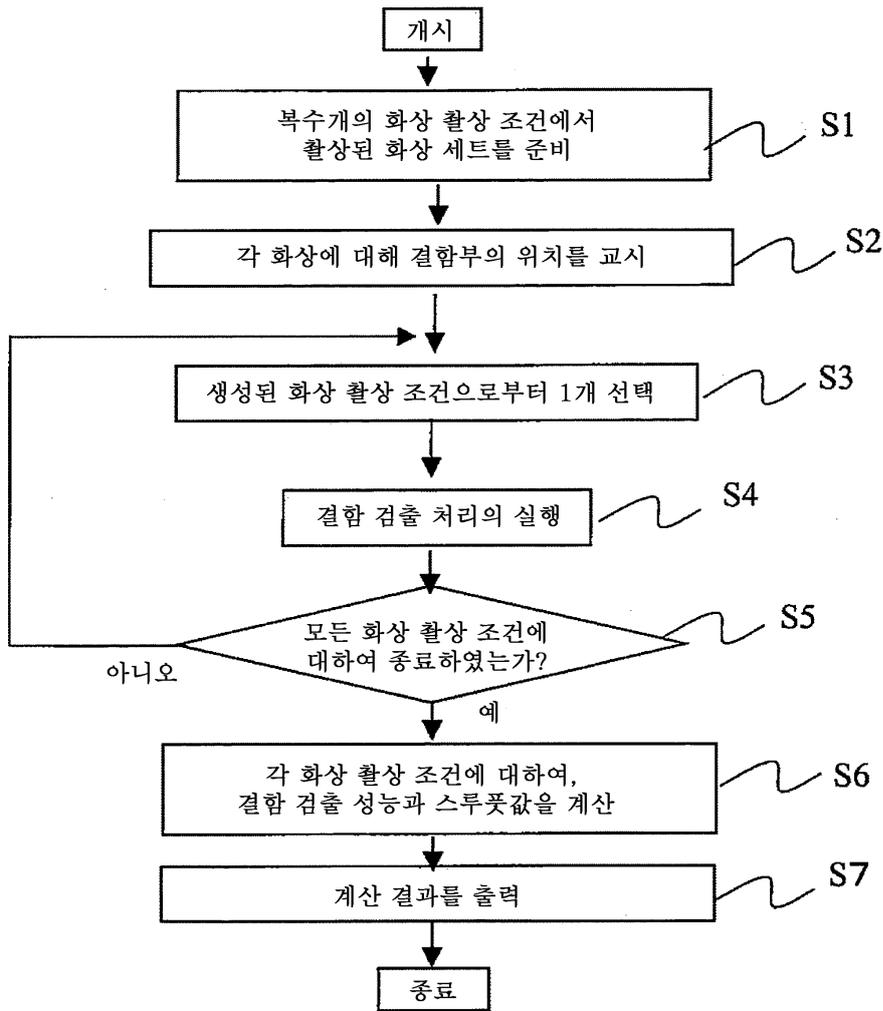
도면2



도면3



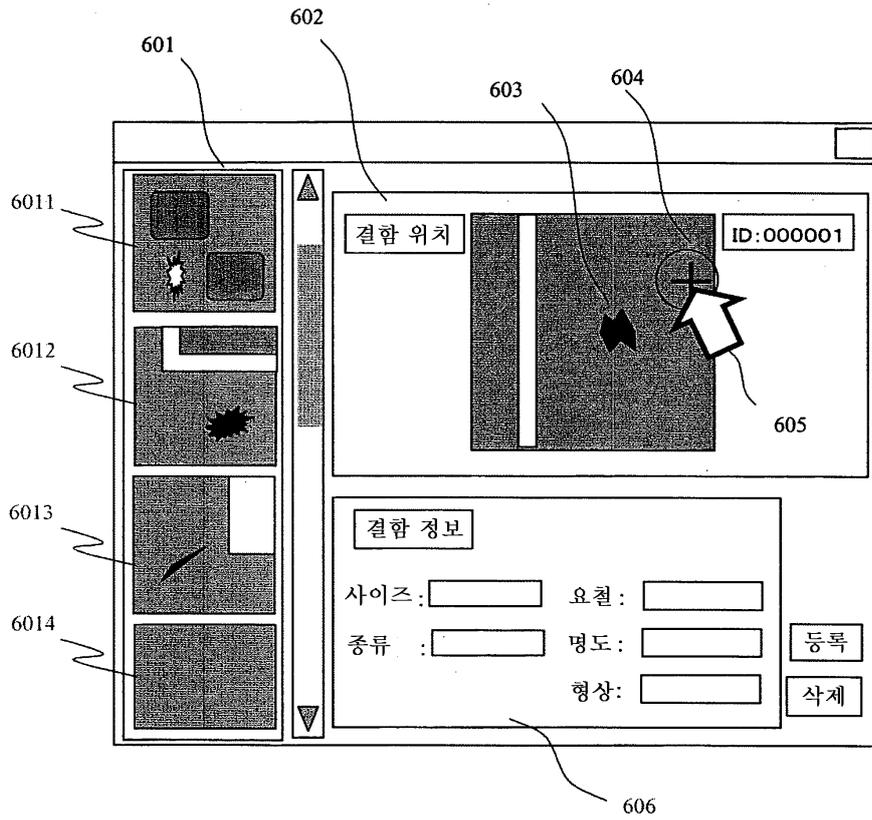
도면4



도면5

No.	파라미터 항목	설정값
(1)	가속 전압 [V]	800
		1000
		1200
(2)	프로브 전류 [pA]	50
		100
		200
		400
(3)	평균화 처리 매수 [매]	4
		8
		12
		16
(4)	화상 사이즈 [픽셀]	512
		724
		1024
		1448
(5)	시야 사이즈 [μm]	12
		10
		8
		6

도면6



도면7

종류	기호	처리 시간 [msec]					
참조 위치까지의 스태이지 이동	T1	600					
초점 맞춤 및 광시야 참조 화상 촬영	T2	가산 매수					
			4	8	12	16	
		화상 사이즈	512	100	200	300	400
			724	200	400	600	800
			1024	400	800	1200	1600
1448	800		1600	2400	3200		
결합 위치까지의 스태이지 이동	T3	400					
초점 맞춤 및 광시야 결합 화상 촬영	T4	가산 매수					
			4	8	12	16	
		화상 사이즈	512	100	200	300	400
			724	200	400	600	800
			1024	400	800	1200	1600
1448	800		1600	2400	3200		
결합 위치 검출	T5	화상 사이즈	512	250			
			724	500			
			1024	1000			
			1448	2000			
초점 맞춤 및 협시야 결합 화상 촬영	T6	가산 매수					
			4	8	12	16	
		화상 사이즈	512	100	200	300	400
			724	200	400	600	800
			1024	400	800	1200	1600
1448	800		1600	2400	3200		

도면8

		가속 전압	프로브 전류	저배 화상			고배 화상			결합 검출 성능	스루풋
				가산 매수	화상 사이즈	시야	가산 매수	화상 사이즈	시야		
<input type="checkbox"/>	1	800	50	4	512	10	16	512	4	81	1946
<input checked="" type="checkbox"/>	2	800	200	8	1024	10	16	512	4	96	900
<input type="checkbox"/>	3	1000	200	4	512	10	16	512	4	89	1946
<input checked="" type="checkbox"/>	4	1000	100	8	1448	10	16	512	4	100	545
<input type="checkbox"/>	5										
<input type="checkbox"/>	6										

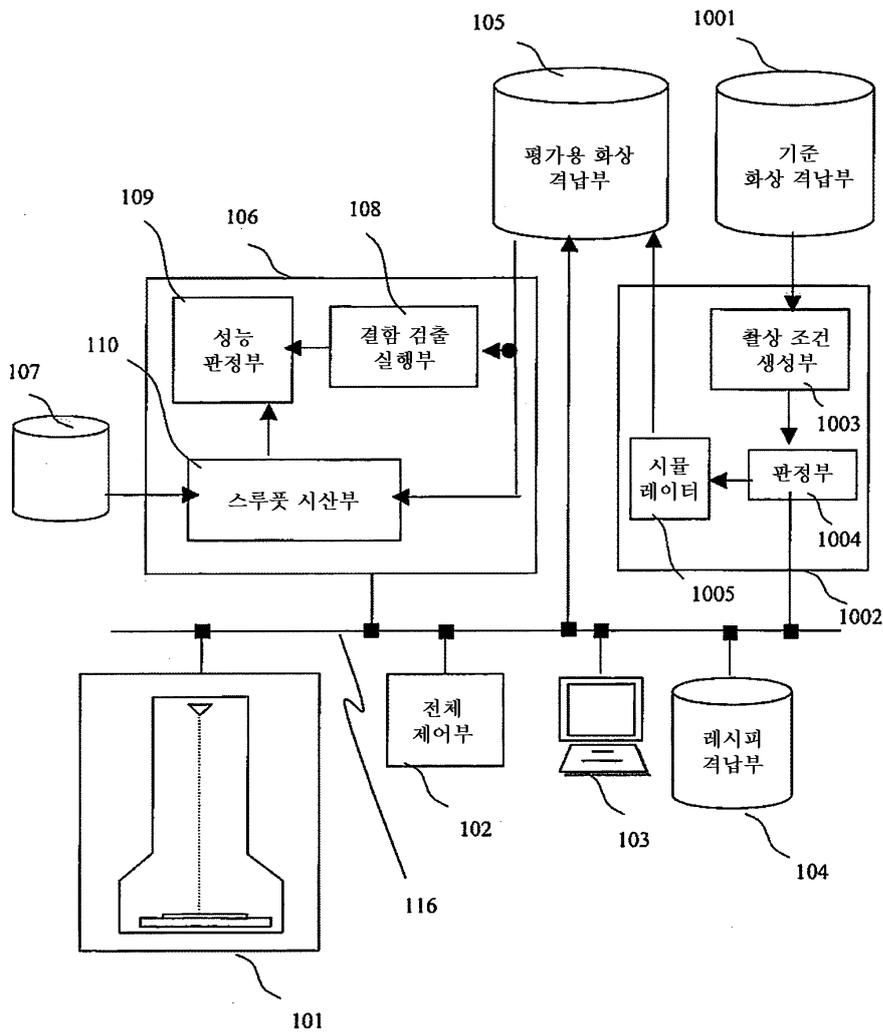
등록

도면9

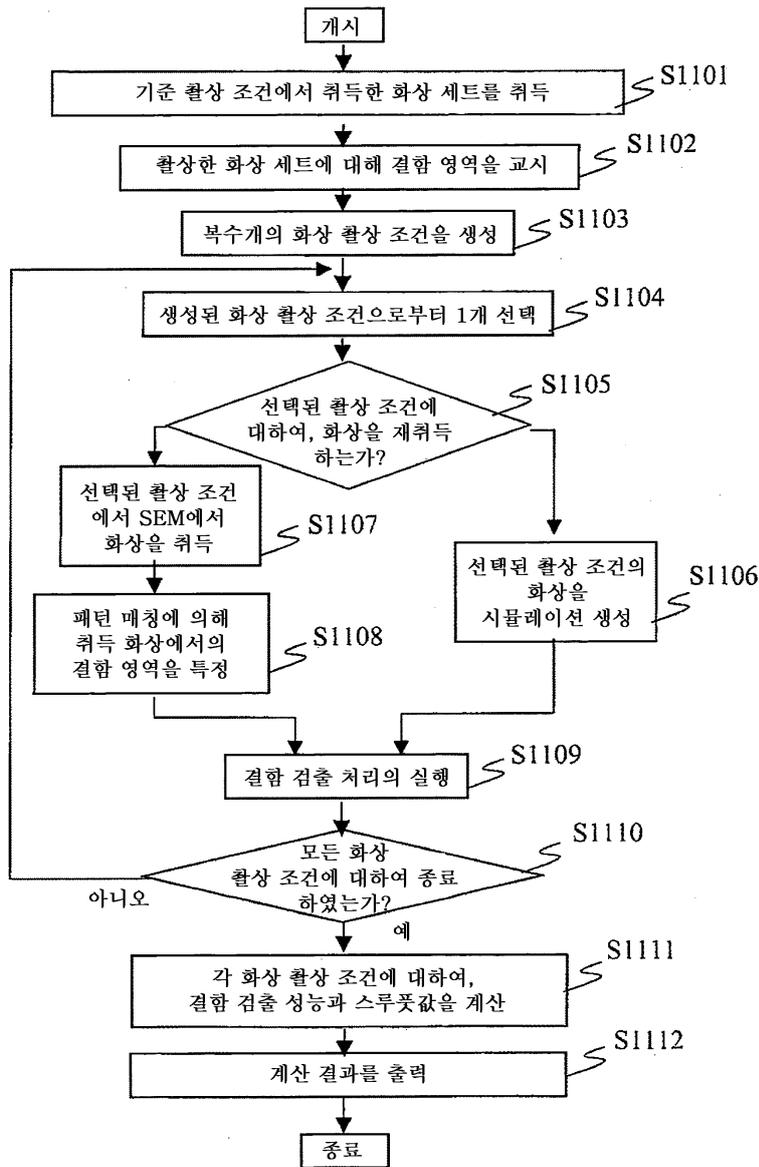
	가속 전압	프로브 전류	저배 해상			고배 해상			결함 검출 성능	스루풋
			가산 매수	화상 사이즈	시야	가산 매수	화상 사이즈	시야		
<input type="checkbox"/> 1	800	50	4	512	10	16	512	4	81	1946
<input checked="" type="checkbox"/> 2	800	200	8	1024	10	16	512	4	96	900
<input type="checkbox"/> 3	1000	200	4	512	10	16	512	4	89	1946
<input type="checkbox"/> 4	1000	100	8	1448	10	16	512	4	100	545
<input type="checkbox"/> 5										
<input type="checkbox"/> 6										

등록

도면10



도면11



도면12

No.	파라미터 항목	상 취득의 필요 여부	설정값
(1)	가속 전압 [V]	필요	800
			1000
			1200
(2)	프로브 전류 [pA]	필요	50
			100
			200
			400
(3)	평균화 처리 매수 [매]	불필요	4
			8
			12
			16
(4)	화상 사이즈 [픽셀]	불필요	512
			724
			1024
			1448
(5)	시야 사이즈 [μm]	필요	12
			10
			8
			6

도면13

결합 사이즈: 1 μ m 이상											
		가속 전압	프로브 전류	저배 화상			고배 화상			결합 검출 성능	스루풋
				가산 매수	화상 사이즈	시야	가산 매수	화상 사이즈	시야		
<input type="checkbox"/>	1	800	50	4	512	10	16	512	4	92	1946
<input type="checkbox"/>	2	800	200	8	1024	10	16	512	4	98	900
<input checked="" type="checkbox"/>	3	1000	200	4	512	10	16	512	4	96	1946
<input type="checkbox"/>	4	1000	100	8	1448	10	16	512	4	100	545

결합 사이즈: 1 μ m 미만											
		가속 전압	프로브 전류	저배 화상			고배 화상			결합 검출 성능	스루풋
				가산 매수	화상 사이즈	시야	가산 매수	화상 사이즈	시야		
<input type="checkbox"/>	1	800	50	4	512	10	16	512	4	80	1946
<input type="checkbox"/>	2	800	200	8	1024	10	16	512	4	92	900
<input type="checkbox"/>	3	1000	200	4	512	10	16	512	4	84	1946
<input checked="" type="checkbox"/>	4	1000	100	8	1448	10	16	512	4	97	545

등록