(19)대한민국특허청(KR)
(12) 등록특허공보(B1)

(51) 。Int. Cl.[7]
G03F 7/00

(45) 공고일자 2004년05월31일
(11) 등록번호 10-0389201
(24) 등록일자 2003년06월16일

(21) 출원번호 10-1995-0043801
(22) 출원일자 1995년11월27일

(65) 공개번호 10-1996-0018761
(43) 공개일자 1996년06월17일

(30) 우선권주장 94-296209 1994년11월30일 일본(JP)

(73) 특허권자 가부시끼가이샤 히다치 세이사꾸쇼
일본국 도쿄도 지요다구 간다 스루가다이 4-6

(72) 발명자 소다야스나리
일본국도꾜도하찌오지시벳쇼2-3-8-703

소메다야스히로
일본국도꾜도고꾸분지시니시꼬이가꾸보3-8-1히다찌꼬이가꾸보료61호실

이또히로유끼
일본국이바라끼껜히다찌나까시이찌게663번지쯔꾸바다이테라스25호

가와사끼가쯔히로
일본국이바라끼껜히다찌나까시이찌게369-8

사이또노리오
일본국사이따마껜도꼬로자와시고떼사시쵸3-19-1,R-201

(74) 대리인 백남기

심사관 : 김현숙

(54) 전자선묘화방법및장치

요약

반도체 집적회로 등의 제조과정에 있어서 고밀도 미세패턴의 작성에 사용되는 전자선 묘화 방법 및 장치에 관한 것으로서, 삼각형 패턴의 형성 및 조정을 용이하게 실행할 수 있고 또한 정밀도 좋은 삼각형 패턴 묘화를 실행할 수 있도록 하기 위해서, 전자빔을 발생하기 위한 전자선원; 전자선원으로부터의 전자빔을 투과시켜서 직사각형 단면형상을 갖는 1차 성형 전자빔을 형성하기 위한 제1 직사각형 형상의 개구부를 갖는 제1 마스크; 1차 성형 전자빔을 투과시켜서 직사각형 단면형상을 갖는 2차 성형 전자빔을 형성하기 위한 제2 직사각형 형상의 개구부와 1차 성형 전자빔을 투과시켜서 삼각형 단면형상을 갖는 2차 성형 전자빔을 형성하기 위한 삼각형 형상의 개구부를 갖는 제2 마스크; 1차 성형 전자빔을 제2 마스크의 표면 위에서 이동시키기 위한 제1 전자빔 편향기 및; 2차 성형 전자빔을 묘화될 시료의 표면 위에서 이동시키기 위한 제2 전자빔 편향기를 구비해서 이루어지고, 삼각형 형상의 개구부는 제2 마스크의 표면 위에 1차 성형 전자빔에 의해서 형성되는 직사각형 형상의 투영상에 의해서 그의 전체가 덮일 수 있는 크기로 형성되어 있는 구성으로 하였다.
이와 같이 하는 것에 의해, 전자선 묘화시의 삼각형 빔의 형성, 조정이 용이하게 되어 묘화의 고속화에 기여할 수 있다는 효과가 얻어진다.

대표도

도 1

명세서

도면의 간단한 설명

도 1은 본 발명에 따른 전자선 묘화 장치의 전자 광학계의 기본 구성을 도시한 도면,
도 2A는 본 발명에 있어서의 제2 마스크 위의 개구부의 기본적 배치 구성을 도시한 도면,
도 2B는 상기 제2 마스크 위의 삼각형 개구부의 빗변의 방향을 정의하는 도면,
도 3은 상기 제2 마스크 위에서의 제1 마스크 상의 이동방향을 설명하는 도면,
도 4는 본 발명의 제1 실시예에 있어서의 제2 마스크 위의 개구부의 배치 구성을 도시한 도면,
도 5는 본 발명의 제1 실시예에 따른 전자선 묘화 장치의 전자 광학계의 기본적 구성을 도시한 도면,
도 6은 상기 제2 마스크를 투과한 전자빔의 투과 전류파형을 도시한 도면,
도 7은 상기 투과 전류파형을 사용해서 삼각형 패턴의 최대 사이즈를 조정하는 방법을 설명하기 위한 도면,
도 8은 본 발명의 제2 실시예에 있어서의 제2 마스크 위의 개구부의 배치구성을 도시한 도면,
도 9는 본 발명의 제2 실시예에 있어서의 1차 성형 전자빔(제1 마스크 상)을 편향하기 위한 편향신호의 가산 방법을 설명하기 위한 도면,
도 10은 본 발명의 제2 실시예에 있어서의 투과 전류의 1차 미분 파형을 도시한 도면,
도 11은 본 발명의 제2 실시예에 있어서의 투과 전류의 1차 미분 파형의 피팅의 방법을 설명하기 위한 도면,
도 12는 본 발명의 제3 실시예에 있어서의 삼각형 패턴의 크기를 측정하는 방법을 설명하기 위한 도면,
도 13은 본 발명의 제3 실시예에 있어서의 삼각형 패턴의 빔 프로파일을 관측하는 방법을 설명하기 위한 도면,
도 14는 본 발명의 제3 실시예에 있어서의 반사 전자를 검출해서 삼각형 패턴의 크기를 측정하는 방법을 설명하기 위한 도면.

발명의 상세한 설명

발명의 목적

발명이 속하는 기술 및 그 분야의 종래기술

본 발명은 예를 들면 반도체 집적회로 등의 제조과정에 있어서 고밀도 미세 패턴의 작성에 사용되는 전자선 묘화 방법 및 장치에 관한 것으로서, 특히 전자선 묘화를 고속이고 또한 고정밀도로 실행할 수 있는 전자선 묘화 방법 및 그 방법을 실시하기 위한 장치에 관한 것이다.
전자선 묘화 기술은 예를 들면 반도체 집적회로 등 미세 구조물의 제조시의 리도그래피 수단의 1개로서 널리 사용되고 있다. 그러나, 현존하는 전자선 묘화 기술로는 여전히 스루풋이 낮아 양산에 사용하기에는 부적합하다. 현존 기술 중에서 가장 고속으로 묘화할 수 있는 방법으로서 가변 직사각형(rectangular) 빔법이 있다. 이 방법은 전자 빔을 직사각형 개구를 갖는 제1 마스크 위에 조사하는 것에 의해서 상기 제1 마스크의 상(1차 성형 빔)을 형성하고, 상기 제1 마스크 상을 역시 직사각형 개구를 갖는 제2 마스크 위에 편향 조사해서 상기 제2 마스크 위에서 상기 제1 마스크 상과 상기 제2 마스크 위의 직사각형 개구를 중첩시키고, 양자가 중첩된 부분의 상(2차 성형 빔)을 시료 표면 위의 원하는 위치에 편향 조사해서 원하는 형상 치수의 패턴의 묘화를 실행하는 것이다(예를 들면, J.Vac.Sci.Technol., 15(3), May/June 1978, pp.887 890 참조).
상기의 가변 직사각헝 빔법은 직사각형 형상의 패턴(직사각형 성형 상의 서로 인접하는 2변 방향(X, Y 방향)과 평행한 직선형상의 윤곽만을 갖는 패턴)을 묘화할 때에는 매우 유효한 방법이지만, 예를 들면 삼각형 패턴과 같이 X, Y 방향에 대해서 경사진 윤곽(빗변)을 갖는 패턴을 묘화하는 경우에는 그다지 적절한 방법은 아니다. 즉, 상기의 가변 직사각형 빔법에 의해서 빗변 부분을 갖는 패턴을 묘화하는 경우에는 상기 빗변 부분을 다수의 작은 직사각형 성형 소상(elemental image)을 비스듬하게 배열하는 것에 의해서 형성하고 있었으므로, 묘화 소상수(쇼트수)가 많아져 묘화 시간이 길어지고, 게다가 빗변 부분의 묘화 정밀도가 좋지 않다고 하 는 문제가 있었다.
이 문제를 해결하기 위해서, Proc. of 1989 Intern. Symp. on Micro Process Conference, pp.59 63에서는 열쇠구멍 형태의 개구부를 갖는 제2 마스크를 사용해서 삼각형 단면형상을 갖는 2차 성형 빔을 형성하고, 이 삼각형 빔에 의해서 상기의 빗변 부분을 묘화하고 있다.
또, 일본국 공개특허공보(일본국 특허공개공보 평성3-270215호)에는 그의 네모서리에 삼각형 개구부를 형성한 제2 마스크를 사용해서 삼각형 단면형상의 2차 성형 빔을 형성하고, 이 삼각형 빔에 의해서 상기의 빗변 부분을 묘화하고 있다.

발명이 이루고자 하는 기술적 과제

그러나, 전자의 열쇠구멍 형태의 개구부를 갖는 제2 마스크를 사용하는 묘화 방법에서는 묘화될 삼각형 패턴의 사이즈나 원점을 정밀도좋게 조정하기 위해서는 전류 함수의 피팅법(fitting method)을 사용하거나, 특수한 금 입자 주사법을 사용하는 등의 고도의 조정방법을 채용할 필요가 있기 때문에, 정밀도 좋은 삼각형 패턴을 간편하게 형성할 수 없다고 하는 문제가 있다.
또, 후자의 삼각형 개구부를 갖는 제2 마스크를 사용하는 묘화 방법에서는 투과 전류(삼각형 개구부를 투과하는 빔 전류량)가 0으로 되는 점을 검출하고, 이점을 삼각형 패턴의 원점으로 하고 있지만, 검출계의 노이즈 등으로 인해 투과 전류가 0으로 되는 점을 정확하게 검출하는 것이 곤란하다. 또, 제2 마스크의 네모서리에 마련된 삼각형 개구부가 중앙의 직사각형 개구부로부터 멀리 떨어져 있기 때문에, 패턴 형상의 변경(직사각형 패턴과 삼각형 패턴 사이에서의 변경) 시에 전자 선의 편향량이 커진다. 이 편향량이 커지면, 전자빔이 렌즈나 편향기의 축외를 통과하게 되기 때문에, 제1 마스크 상에 비점상면 수차가 발생하고, 이 비점상면 수차에 의해 묘화될 삼각형 패턴의 상 해상도가 저하하거나, 상 왜곡이 발생한다고 하는 문제가 있다. 특히, 삼각형 빔의 형성시에는 제1 마스크 상(직사각형 상)의 2변이 직접 묘화될 시료(웨이퍼)의 표면에 투영되기 때문에, 제1 마스크 상에 발생한 수차가 묘화패턴의 정밀도에 직접 영향을 미치게 된다. 따라서, 이 전자선 편향량은 가능한한 작게 할 필요가 있고, 그를 위해서는 삼각형 개구부는 전자 광학계의 광학축에 가까운 위치이고 또한 중앙의 직사각형 개구부의 최근방에 형성될 필요가 있다.
본 발명의 목적은 삼각형 패턴의 형성 및 조정을 용이하게 실행할 수 있고, 또한 정밀도 좋은 삼각형 패턴 묘화를 실행할 수 있는 전자선 묘화 방법 및 그 방법을 실시하기 위한 장치를 제공하는 것이다.

발명의 구성 및 작용

상기의 목적을 달성하기 위해서, 본 발명에 있어서는 전자빔을 발생하기 위한 전자선원; 상기 전자선원으로부터의 전자빔을 투과시켜서 직사각형 단면형상을 갖는 1차 성형 전자빔을 형성하기 위한 제1 직사각형 개구부를 갖는 제1 마스크; 상기 1차 성형 전자빔을 투과시켜서 직사각형 단면형상을 갖는 2차 성형 전자빔을 형성하기 위한 제2 직사각형 개구부와 상기 1차 성형 전자빔을 투과시켜서 삼각형 단면형상을 갖는 2차 성형 전자빔을 형성하기 위한 삼각형 개구부를 갖는 제2 마스크; 상기 1차 성형 전자빔을 상기 제2 마스크의 표면 위에서 이동시키기 위한 제1 전자빔 편향기; 상기 2차 성형 전자빔을 묘화될 시료의 표면 위에서 이동시키기 위한 제2 전자빔 편향기를 구비해서 이루어지는 전자선 묘화 장치에 있어서, 상기의 삼각형 개구부를 상기 제2 마스크의 표면 위에 상기 1차 성형 전자빔에 의해서 형성되는 직사각형 형상의 투영상에 의해서 그의 전체가 덮일 수 있는 크기로 형성해서 이루어지는 것을 특징으로 한다. 즉, 본 발명에 있어서는 제2 마스크 위의 삼각형 개구부에 제1 마스크 상(직사각형 상)을 중첩시켜 양자가 중첩하여 새로이 형성된 삼각형 개구 부분을 투과한 전자빔(2차 성형 전자빔)에 의해서 시료 표면 위에 삼각형 패턴을 묘화하도록 구성한 전자선 묘화 장치에 있어서, 상기 제2 마스크 위의 삼각형 개구부를 상기 제1 마스크 상(직사각형 상)보다 작게 형성하고 있다. 이러한 구성을 채용하는 것에 의해, 상기 삼각형 개구부의 개구내에는 상기 제1 마스크 상(직사각형 상)의 4변중의 1변밖에 투영되지 않도록 할 수 있다. 이 때문에, 상기 시료 표면 위에 투영되는 삼각형 패턴의 3변중의 1변에밖에 상기 제1 마스크 상의 수차의 영향은 미치지 않으므로, 정밀도 좋은 삼각형 패턴 묘화를 실행할 수 있다.
또, 상기 제2 직사각형 개구부도 상기 제1 마스크 상(직사각형 상)에 의해서 그의 전체가 덮일 수 있는 크기로 형성되는 것이 바람직하다. 그것에 의해, 상기 제2 직사각형 개구부 주위에 인접 배치되는 상기 삼각형 개구부를 전자 광학계의 광학축에 의해 근접시킬 수 있고, 직사각형 패턴 묘화로부터 삼각형 패턴 묘화로의 전환시의 전자선 편향량을 보다 작게 억제할 수 있으므로, 삼각형 패턴의 묘화 정밀도를 향상시킬 수 있다.
또, 상기의 삼각형 개구부는 상기 제2 직사각형 개구부 주위에 인접해서 여러개 마련되어 있고, 이들 여러개의 삼각형 개구부는 각각의 빗변이 서로 다른 방향을 향하도록 형성되어 있는 것이 바람직하다. 그것에 의해, 각종 빗변 방향을 갖는 삼각형 패턴의 묘화가 가능하게 된다.
또한, 상기의 제2 마스크 위에 마련되는 삼각형 개구부는 직각 삼각형의 개구부인 것이 바람직하다 즉, 시료 표면에 묘화될 패턴은 그의 대부분이 직사각형 형상의 소상 패턴으로 이루어져 있으므로, 상기 삼각형 개구부에 의해 형성되는 삼각형 형상의 소상 패턴도 그것에 맞게 직각 삼각형 형상의 소상 패턴으로 하는 것이 바람직하다. 또, 상기의 직각 삼각형 개구부는 그의 빗변을 제외한 다른 2변이 상기 제2 직사각형 개구부의 서로 직각을 이루고 있는 2변과 각각 평행하게 되도록 형성되어 있는 것이 바람직하다. 그렇게 하면, 상기 제2 직사각형 개구부에 의해서 형성되는 직사각형 형상의 소상 패턴과 상기 직각 삼각형 개구부에 의해서 형성되는 직각 삼각형 형상의 소상 패턴과의 접속 부분의 매칭을 양호하게 취할 수 있기 때문이다.
또, 상기 제2 마스크 위의 상기 제2 직사각형 개구부의 바깥둘레에 인접하는 영역내의 상기 제2 직사각형 개구부의 한쪽의 대각선의 한 쪽으로의 연장선 위에는 상기 제2 마스크 위에 투영되는 상기 제1 마스크 상의 전체를 커버할(덮을) 수 있는 면적 범위에 걸쳐서 어떠한 개구부도 마련되어 있지 않은 부분 영역(빈 영역)이 마련되어 있는 것이 바람직하고, 더 나아가서는 상기한 제2 직사각형 개구부의 대각선의 연장선 위에 마련된 상기 빈 영역의 양측의 상기 제2 직사각형 개구부의 서 로 인접하는 2변의 외측에 위치하는 2개의 부분 영역에도 상기 제1 마스크 상의 전체를 커버할 수 있는 면적 범위에 걸쳐 어떠한 개구부도 마련되어 있지 않은 빈 영역이 마련되어 있는 것이 바람직하다. 그것에 의해서, 상기 제1 마스크 상과 상기 제2 직사각형 개구부의 중첩을 조절할 때의 상기 제1 마스크 상의 이동 공간을 확보할 수 있다.

또, 상기 제2 마스크 위의 상기 여러개의 직각 삼각형 개구부의 각각에 인접하는 영역내의 상기 각 직각 삼각형 개구부의 서로 직각을 이루는 2변 중의 한쪽의 변의 상기 직각 삼각형 개구부의 빗변의 외측으로의 연장선 위에는 상기 제1 마스크 상의 전체를 커버할 수 있는 면적 범위에 걸쳐서 어떠한 개구부도 마련되어 있지 않은 부분 영역(빈 영역)이 마련되어 있는 것이 바람직하다. 그것에 의해서, 상기 제1 마스크 상과 상기 각 직각 삼각형 개구부의 중첩을 조절할 때의 상기 제1 마스크 상의 이동 공간을 확보할 수 있다.

또, 본 발명에 따르면 전자빔을 발생하는 단계; 이 발생한 전자빔을 제1 직사각형 개구부를 갖는 제1 마스크 위에 조사하는 단계; 상기 제1 직사각형 개구부를 투과한 전자빔에 의해 직사각형 단면 형상의 1차 성형 전자빔을 형성하는 단계; 상기 1차 성형 전자빔을 제2 직사각형 개구부와 여러개의 삼각형 개구부를 갖는 제2 마스크 위에 조사하는 단계; 상기 제2 직사각형 개구부 및 상기 여러개의 삼각형 개구부 중의 어느 1개의 개구부를 선택적으로 투과한 전자빔에 의해 2차 성형 전자빔을 형성하는 단계; 상기 2차 성형 전자빔을 묘화될 시료의 표면 위에 조사하는 단계를 포함해서 이루어지고, 상기 여러개의 삼각형 개구부는 각각 상기 제2 마 스크 위에 상기 1차 성형 전자빔에 의해서 형성되는 직사각형 형상의 투영상(제1 마스크상)에 의해서 그의 전체가 덮일 수 있는 크기로 형성되어 있는 것을 특징으로 하는 전자선 묘화 방법이 제공된다.

즉, 본 발명에 있어서는 상기 제2 마스크 위의 상기 여러개의 삼각형 개구부 중의 어느 1개에 제1 마스크 상(직사각형 상)을 중첩시키고, 양자가 중첩해서 새로이 형성된 삼각형 개구 부분을 투과한 전자빔(2차 성형 전자빔)에 의해서 시료 표면 위에 삼각형 패턴을 묘화하도록 한 전자선 묘화 방법에 있어서, 상기 제2 마스크 위의 상기 여러개의 삼각형 개구부를 모두 상기 제1 마스크 상(직사각형 상)보다 작게 형성하고 있다. 이러한 방법을 채용하는 것에 의해, 상기 삼각형 개구부의 개구 내에는 상기 제1 마스크 상(직사각형 상)의 4변중의 1변밖에 투영되지 않도록 할 수 있다. 이 때문에, 상기 시료 표면 위에 투영되는 삼각형 패턴의 3변중의 1변에밖에 상기 제1 마스크 상의 수차의 영향은 미치지 않으므로, 정밀도 좋은 삼각형 패턴 묘화를 실행할 수 있다.

또한, 상기 여러개의 삼각형 개구부는 모두 직각 삼각형의 개구부인 것이 바람직하다. 또, 이 직각 삼각형 개구부는 그의 빗변을 제외한 다른 2변이 상기 제2 직사각형 개구부의 서로 직각을 이루고 있는 2변과 각각 평행하게 되도록 형성되어 있는 것이 바람직하다. 그렇게 하면, 상기한 제2 직사각형 개구부에 의해서 형성되는 직사각형 형상의 소상 패턴과 상기 직각 삼각형 개구부에 의해서 형성되는 직각삼각형 형상의 소상 패턴과의 접속 부분의 매칭을 양호하게 취할 수 있기 때문이다.

또, 본 발명의 전자선 묘화 방법에 있어서는 상기의 1차 성형 전자빔을 편향시키는 것에 의해서 상기 제2 마스크 위에서 상기 제1 마스크 상을 이동시켜서 상기 제1 마스크 상과 상기 직각 삼각형 개구부의 중첩 상태를 조절하는 것에 의해서, 시료 표면 위에 투영되는 직각 삼각형 패턴의 크기를 조절한다. 또한, 그 때에 있어서의 상기 제2 마스크 위에서의 상기 제1 마스크 상의 이동은 상기 직각 삼각형 개구부의 서로 직각을 이루고 있는 2변중의 어느 1변과 평행한 1방향에 있어서만 실행되는 것이 바람직하다. 그것에 의해, 시료 표면 위에 투영되는 직각 삼각형 패턴의 크기 조절의 작업이 용이하게 되고, 크기 조절의 정밀도도 향상된다.

또, 상기 제1 마스크 상과 상기 직각 삼각형 개구부의 중첩 상태의 조절시의 상기 제1 마스크 상의 상기 직각 삼각형 개구부에 대한 이동은 항상 상기 제1 마스크 상의 4변중의 1변에밖에 상기 삼각형 개구부의 개구내에 투영되지 않도록 해서 실행된다. 즉, 시료 표면 위에 투영되는 직각 삼각형 패턴의 3변중의 2변은 상기 직각 삼각형 개구부의 서로 직각을 이루고 있는 2변중의 1변(상기 제1 마스크 상의 이동방향과 평행한 변)과 빗변과의 투영선에 의해서 형성되어 있다. 그리고, 이 투영 패턴의 2변의 교점이 투영 패턴의 크기를 결정하는 원점 위치이고, 상기 원점 위치는 상기 직각 삼각형 개구부의 상기 2변의 교점 위치에 따라 일의적으로 정해진다. 이것에 의해서, 상기 시료 표면 위에 투영되는 직각 삼각형 패턴의 3변중의 1변에밖에 상기 제1 마스크 상의 수차의 영향은 미치지 않으므로, 정밀도 좋은 삼각형 패턴 묘화를 실행할 수 있다.

본 발명의 상기한 목적과 새로운 특징은 본 명세서의 기술 및 첨부 도면으로 부터 명확하게 될 것이다.

이하, 본 발명의 실시예를 열거한 상세 설명 전에, 우선 본 발명에 따른 전자선 묘화 방법 및 장치의 원리적 구성에 대해서 도면을 참조해서 설명한다.

도 1에 본 발명에 따른 전자선 묘화 장치의 기본적 구성을 도시한다. 본 발명에 따른 전자선 묘화 장치는 전자빔을 발생시키기 위한 전자선원(7), 전자선원(7)로부터의 전자빔을 1차 성형하기 위한 제1 마스크(8), 제1 마스크(8)에 의해서 1차 성형된 전자빔을 2차 성형하기 위한 제2 마스크(15), 제1 마스크(8)에 의해서 1차 성형된 전자빔을 제2 마스크(15) 위에 투사하기 위한 제1, 제2 전사 렌즈(9), (13), 제1 마스크(8)에 의해서 1차 성형된 전자빔을 편향시키는 것에 의해서 묘화할 패턴형상을 선택하기 위한 제1, 제2 전자빔 편향기(10), (12), 묘화할 패턴의 크기를 조절하기 위한 전자빔 편향기(11), 제2 마스크(15)에 의해서 2차 성형된 전자빔을 단면 축소하기 위한 축소 렌즈(16), (17), 축소된 전자빔을 묘화될 시료(웨이퍼)(21) 위에 투사하기 위한 제1, 제2 대물렌즈(18), (19) 및, 제2 마스크(15)에 의해서 2차 성형된 전자빔을 편향시키는 것에 의해서 시료 표면 위에서의 묘화 위치를 결정하기 위한 대물 편향기(20)으로 구성되어 있다. 또한, 이들 전자 광학계는 진공 거울체(도시 생략)의 내부에 수용되어 있는 것은 물론이다.

상기 제1 마스크(8) 위에는 제1 직사각형 개구부(8a)가 마련되어 있고, 전자선원(7)로부터의 전자빔은 상기 제1 직사각형 개구부(8a)를 투과하는 것에 의해서 직사각형 단면 형상으로 1차 성형된다. 또,상기 제2 마스크(15) 위에는 제2 직사각형 개구부(1)과 여러개의 삼각형 개구부(2)가 마련되어 있고, 상기 제1 마스크(8) 에 의해 1차 성형된 전자빔은 상기 제2 직사각형 개구부(1) 또는 상기 여러개의 삼각형 개구부(2)중의 어느 1개를 투과하는 것에 의해서, 직사각형 단면 형상 또는 삼각형 단면 형상으로 2차 성형된다.

다음에, 상기의 전자선 묘화 장치의 동작에 대해서 간단히 설명한다. 우선, 전자선원(7)로부터의 전자빔(14a)가 제1 마스크(8) 위에 조사되고, 제1 마스크(8) 위에 마련된 제1 직사각형 개구부(8a)를 투과한 전자빔에 의해서 직사각형 단면 형상의 1차 성형 전자빔(14b)가 형성된다. 이 1차 성형 전자빔(14b)가 제1, 제2 전사렌즈(9), (13)에 의해서 제2

마스크(15)의 표면 위에 투사되어, 제2 마스크 표면 위에 제1 마스크 상(직사각형 상)(3)이 형성된다. 이 제1 마스크 상(3)은 패턴형상 선택용의 제1, 제2 전자빔 편향기(10), (12)에 의해 1차 성형 전자빔(14b)를 편향시키는 것에 의해서 제1 마스크 표면 위에서 이동되고, 제2 마스크 위에 마련된 제2 직사각형 개구부(1) 또는 여러개의 삼각형 개구부(2) 중의 어느 1개에 선택적으로 중첩된다. 이 제1 마스크 상(3)과 그것에 중첩된 제2 마스크 위의 개구부가 중첩된 부분을 투과한 전자빔에 의해서, 직사각형 단면형상 또는 삼각형 단면형상의 2차 성형 전자빔(14c)가 형성된다. 이 2차 성형 전자빔(14c)가 축소 렌즈계(16), (17) 및 대물렌즈계(18), (19)에 의해서 시료(21)의 표면 위에 투영되고, 상기 시료 표면 위에 묘화할 패턴(직사각형 상 또는 삼각형 상)(22)가 형성된다. 이 묘화 패턴(22)는 대물편향기(20)에 의해 2차 성형 전자빔(14c)를 편향시키는 것에 의해서, 시료(21) 표면 위에서 이동되고, 그것에 의해서 묘화할 패턴의 묘화 위치가 결정된다.

시료 표면 위에 묘화할 패턴(직사각형 상 또는 삼각형 상)(22)의 크기의 조절은 패턴 사이즈 조절용의 전자빔 편향기(11)에 의해서 1차 성형 전자빔(14b)를 편향시켜서, 제1 마스크 상(3)을 그것과 중첩되어 있는 제2 마스크 위의 개구부에 대해서 상대 이동시키는 것에 의해, 양자의 중첩 상태(양자가 중첩되어 있는 부분의 크기)를 조절하는 것에 의해서 실행된다.

도 2A에 제2 마스크(15) 위에 있어서의 개구부(2)의 배치 구성의 1예를 도시한다. 본 예에서는 제2 마스크(15) 위에 1개의 직사각형 형상 개구부(본 예에서는 정방형 개구부)(1)과 여러개(본 예에서는 4개)의 삼각형 형상 개구부(본 예에서는 직각 삼각형 개구부)(2a) (2d)가 마련되어 있다. 직각 삼각형 개구부(2a) (2d)는 모두 직사각형 개구부(1)의 바로 외측에 인접하는 영역내에 마련되어 있고, 모두 제2 마스크(15) 위에 투영되는 제1 마스크 상(3)보다 작게(즉, 각 개구부의 전체가 제1 마스크 상에 의해서 덮일 수 있는 크기로) 형성되어 있다. 또한, 본 예에서는 직사각형 개구부(1)도 마찬가지로 제1 마스크 상(3)보다 작게 형성되어 있다. 또, 직각 삼각형 개구부(2a) (2d)는 각각 그의 직각인 내각을 사이에 두는 2변이 상기 직사각형 개구부(1)의 서로 직각을 이루는 2변과 평행하게 되도록 배치되어 있다. 또, 이들 직각 삼각형 개구부(2a) (2d)의 빗변은 각각 다른 방향을 향하고 있다. 여기에서 말하는 직각 삼각형 개구부(2)의 「빗변의 방향」 이라는 것은 도 2B에 도시하는 바와 같이, 직각 삼각형 개구부의 빗변(2s)와 수직으로 그은 직선(수직선)(2N)의 화살표로 나타내지는 방향(개구부의 외측을 향하는 방향)이다. 또한, 본 예에서는 그의 직각인 내각을 사이에 두는 2변(2x), (2y)에 대해서 그의 빗변(2s) 가 45° 의 경사각을 가진 직각 삼각형 개구부를 예로 들어 도시하고 있다.

시료 위에 묘화할 패턴으로서 직사각형 패턴을 선택하는 경우에는 제1 마스크 상(3)을 직사각형 개구부(1)에 중첩시키고, 또한 양자의 중첩 상태를 조절한다. 도 2A에 있어서 직사각형 개구부(1)의 바로 외측에 인접하는 영역중 직사각형 개구부(1)의 원점(1a)를 사이에 두고 서로 인접하는 2변의 외측에 위치하는 2개의 부분 영역 및 상기 2개의 부분 영역 사이(직사각형 개구부(1)의 원점(1a)를 통과하는 대각선 위의 원점(1a)의 외측)에 위치하는 부분 영역에는 각각 적어도 제1 마스크 상(3)보다 큰 면적 범위(제1 마스크 상(3)의 전체를 덮을 수 있는 면적 범위)에 걸쳐서 어떠한 개구부도 마련되어 있지 않다. 이 때문에, 제1 마스크 상(3)을 직사각형 개구부(1)에 대해서 상대 이동시켜서 양자의 중첩 상태를 조절할 때의 제1 마스크 상(3)의 이동 범위가 확보된다. 즉, 묘화할 직사각형 패턴의 형상 및 크기의 조절시에는 제1 마스크 상(3)을 직사각형 개구부(1)에 대해서 X방향 및 Y방향의 양방향으로 이동시킬 필요가 있으므로, 그를 위한 점유 이동범위(개구부가 없는 빈 영역)를 확보해 두는 것이 필요하다. 또한, 원점(1a)는 직사각형 개구부(1)과 제1 마스크 상(3)의 중첩의 시점을 나타내고 있다.

시료 위에 묘화할 패턴으로서 직각 삼각형 패턴을 선택하는 경우에는 제1 마스크 상(3)을 여러개의 직각 삼각형 개구부(2a) (2d) 중의 어느 1개에 중첩시키고, 또한 양자의 중첩 상태를 조절한다. 도 2A에 있어서 각 직각 삼각형 개구부의 원점측의 외측(X방향 또는 Y방향 외측)에는 적어도 제1 마스크 상(3)보다 넓은 면적 범위(제1 마스크 상(3)의 전체를 덮을 수 있는 범위)에 걸쳐서 어떠한 개구부도 마련되어 있지 않은 부분 영역(빈 영역)이 마련되어 있다. 예를 들면, 직각 삼각형 개구부(2a)의 경우에는 그의 원점(4a)의 Y방향 외측에 상기의 빈 영역이 확보되어 있다.

도 3에 제1 마스크 상(3)과 각 직각 삼각형 개구부의 중첩 상태를 조절할 때의 각 직각 삼각형 개구부에 대한 제1 마스크 상(3)의 이동 방향을 도시한다. 직각 삼각형 개구부(2a), (2b), (2c), (2d)에 대한 제1 마스크 상(3)의 이동방향은 각각 화살표(40a), (40b), (40c), (40d)로 표시된다. 예를 들면, 직각 삼각형 개구부(2a)를 사용해서 묘화 패턴을 형성하는 경우에는 우선 상기 개구부(2a)의 Y방향 위쪽의 빈 영역(개구부가 마련되어 있지 않은 영역)으로 제1 마스크 상(3)이 이동되고, 다음에 상기 제1 마스크 상(3)을 화살표 (40a)로 나타내는 방향(Y방향)으로만 이동시켜서, 직각 삼각형 개구부(2a)와의 중첩 상태를 조절한다. 제1 마스크 상(3)의 최하변(X방향의 2변중 하측의 변)이 개구부(2a)의 원점(4a)와 중첩하기 직전의 상태가 중첩 상태가 0인 상태이고, 상기의 최하변이 개구부(2a)의 원점(4a)의 대변(X방향의 변)과 중첩된 상태가 중첩 상태가 최대인 상태이다. 이 중첩 상태가 최대로 되었을 때에는 개구부(2a)는 그의 전체가 제1 마스크 상(3)으로 덮인다. 따라서, 개구부(2a)를 투과하는 전자빔에 의해서 형성되는 직각 삼각형 패턴은 항상 개구부(2a)의 원점(4a)를 그의 원점으로 하고, 원점(4a)를 사이에 두는 2변과 제1 마스크 상(3)의 최하변을 그의 3변으로 해서 형성된다. 즉, 개구부(2a)내에는 항상 제1 마스크 상(3)의 1변(상기의 최하변)밖에 투영되지 않는다. 따라서, 시료 표면 위에 투영되는 삼각형 패턴의 3변 중의 1변에밖에 상기 제1 마스크 상(3)의 수차의 영향은 미치지 않으므로, 정밀도 좋은 삼각형 패턴의 묘화를 실행할 수 있다. 다른 직각 삼각형 개구부(2b), (2c), (2d)를 사용해서 삼각형 패턴을 형성하는 경우에 대해서도 마찬가지이다.

도 3에서 알 수 있는 바와 같이, 직각 삼각형 개구부(2a) (2d)의 배열과 이들 직각 삼각형 개구부(2a) (2d)에 대한 제1 마스크 상(3)의 이동 방향을 적절히 선택하는 것에 의해서, 제2 마스크(15) 위에 있어서의 제1 마스크 상(3)의 이동 범위를 중앙의 직사각형 개구부의 바로 외측에 인접하는 영역(6)내에 컴팩트하게(간소하게) 수납할 수 있다. 그 결과, 묘화 패턴 형상의 변경(직사각형 패턴 묘화와 삼각형 패턴 묘화 사이에서의 변경) 시에 제1 마스크 상(3)의 이동 거리(즉, 제1 성형 전자빔의 편향량)를 최소로 억제할 수 있다. 따라서, 제1 마스크 상(3)에 발생하는 수차량을 보다

작게 억제할 수 있어, 묘화 패턴의 정밀도를 높일 수 있다.

이하, 본 발명의 실시예에 대해 도면을 참조해서 상세하게 설명한다.

<실시예 1>

본 발명의 제1 실시예에 대해 도 4, 도 5를 사용해서 설명한다. 도 4는 본 실시예에 있어서의 제2 마스크(15) 위의 개구부의 배치 구성을 도시하고 있고, 도 5는 본 실시예에 있어서의 전자선 묘화 장치의 전자 광학계의 기본 구성을 도시하고 있다.

본 실시예에 있어서는 제2 마스크(15)의 중앙에 가변 성형용의 직사각형 개구부(1)이 마련되고, 그의 바로 바깥둘레(외위)에 인접하는 영역내에 각각 경사각 45° 의 빗변을 가진 4개의 직각 삼각형 개구부(2a), (2b), (2c), (2d)가 배치되어 있다. 이들 4개의 직각 삼각형 개구부(2a) (2d)의 빗변은 각각 90° 씩 다른 방각(方角)을 향하고 있고, 그것에 의해 여러 방각의 45° 빗변을 갖는 직각 삼각형 패턴의 묘화를 가능하게 하고 있다. 이들 직각 삼각형 개구부(2a)~(2d)가 배치되어 있는 영역의 더욱 바깥둘레에는 메모리셀 묘화용의 여러개의 일괄 도형 개구부(26)이 배치되어 있다. 각 개구부의 크기(X방향 및 Y방향의 폭)는 모두 125㎛이다. 축소 광학계(16), (17)에 의한 패턴 축소율은 1/25이기 때문에, 시료(웨이퍼)(21) 표면 위에서의 각 개구부의 투영상의 크기(X방향 및 Y방향의 폭)는 5㎛로 된다. 직각 삼각형 개구부(2a) (2d) 및 일괄 도형 개구부(26)은 모두 제1 마스크 상(3)보다 작게 형성되어 있고, 따라서 이들 직각 삼각형 개구부(2a) (2d) 및 일괄 도형 개구부(26)은 각각 그의 전면적을 제1 마스크 상(3)에 의해 조사받도록 되어 있다.

도 5에 도시되는 바와 같이, 전자선원(7)로부터의 전자빔(14a)가 제1 마스크(8) 위에 조사되고, 제1 마스크(8) 위에 마련된 직사각형 개구부(8a)를 투과한 전자빔(1차 성형 전자빔)(14b)가 제1, 제2 전사 렌즈(9), (13)에 의해서 제2 마스크(15)의 표면에 투영되어, 제2 마스크 표면 위에 직사각형 형상의 제1 마스크 상(3)이 형성된다. 이 제1 마스크 상(3)은 제1, 제2 전사 렌즈(9), (13) 사이에 마련된 패턴형상 선택용의 제1, 제2 전자빔 편향기(10), (12)에 의해서 제2 마스크(15) 표면 위에서 이동되고, 상기 제2 마스크 위의 직사각형 개구부(1), 4개의 직각 삼각형 개구부(2a) (2d) 및 여러개의 일괄 도형 개구부(26) 중의 어느 1개에 선택적으로 중첩된다. 이 제1 마스크 상(3)과 그것에 중첩된 개구부가 중첩된 부분을 투과한 전자빔(2차 성형 전자빔)(14c)가 축소 렌즈계(16), (17) 및 대물 렌즈계(18), (19)에 의해서 시료(21)의 표면 위에 투영되고, 상기 시료 표면 위에 묘화할 패턴(직사각형 패턴, 삼각형 패턴 또는 일괄 도형 패턴)(22)가 형성된다. 이 묘화 패턴(22)는 대물 편향기(20)에 의해서 시료(21)의 표면 위에서 이동되고, 그것에 의해서 묘화 패턴(22)의 묘화 위치가 결정된다.

여기서, 묘화될 직사각형 패턴 또는 삼각형 패턴의 크기의 조절은 패턴 사이즈 조절용의 2단 구성의 가변 성형 편향기(11a), (11b)에 의해서 제1 마스크 상(3)을 그것이 중첩하고 있는 개구부(직사각형 개구부(1) 또는 삼각형 개구부(2a) (2d) 중의 어느 1개)에 대해서 상대 이동시키는 것에 의해, 양자의 중첩 상태(양자가 중첩하고 있는 부분의 크기)를 조절하는 것에 의해서 실행된다. 또한, 묘화 패턴으로서 일괄 도형 개구부(26)중 어느 1개의 패턴이 선택된 경우에는 제1 마스크 상(3)은 이 선택된 패턴의 개구부 위에 항상 그의 전체를 덮도록 해서 투영된다. 즉, 이 경우에는 제1 마스크 상(3)과 그것이 중첩하고 있는 개구부 사이에서의 중첩 상태의 조절은 불필요하다.

제2 마스크의 가장 바깥둘레부(최외주부)에 마련된 일괄 도형 개구부(26)은 중앙의 직사각형 개구부(1)로부터의 거리가 크기 때문에, 묘화 패턴의 변경시의 제1 마스크 상(3)의 이동 거리(2차 성형 전자빔의 편향량)가 커져 있지만, 이 일괄 도형 개구부의 패턴은 묘화될 전체 패턴중 반복 패턴이 많은 개소에서 사용되기 때문에, 이들 일괄 도형 개구부의 선택에 다소 많은 시간을 필요로 한다고 해도 전체로서의 묘화 시간(스루풋)에는 거의 영향을 미치지 않는다. 그런데, 삼각형 개구부 의 선택인 경우에는 직사각형 개구부나 그 이외의 방향이 다른 삼각형 개구부 사이에서 빈번하게 개구부의 전환이 실행될 가능성이 높으므로, 고속으로의 개구부 선택(제1 마스크 상의 이동)이 필요하게 된다. 그래서, 본 실시예에서는 삼각형 개구부의 선택을 상기 제1, 제2 전자빔 편향기(10), (12) 대신에, 고속 편향이 가능한 2단의 가변 성형 편향기(11a), (11b)를 사용해서 실행하는 것도 가능하게 하고 있다. 또한, 이 가변 성형 편향기(11a), (11b)에는 최대 출력이 20V, 정정 시간(setting time)이 100nsec인 것을 사용하였다.

삼각형 패턴의 크기의 조절은 도 4에 도시하는 바와 같이, 제1 마스크 상(3)을 삼각형 개구부(2a) (2d)에 대해서 각각 화살표 (40a) (40d)로 표시하는 방향으로 이동시키는 것에 의해서 실행된다. 즉, 각 삼각형 개구부에 대한 제1 마스크 상(3)의 이동은 1방향(X방향, Y방향 중의 어느 1방향)에 대해서만 실행된다. 여기서, 각 삼각형 개구부에 대해 제1 마스크 상(3)을 특정의 1방향으로만 이동시키고 있는 것은 제1 마스크 상(3)의 4변 중의 1변밖에 각 삼각형 개구부 내에 투영되지 않도록 하기 위해서이다. 그것에 의해, 제1 마스크 상(3)의 4변 중 시표 표면 위에 투영되는 패턴의 형상, 치수의 결정에 기여할 수 있는 것은 상기한 1변만으로 된다. 또한, 여기서 말하는 1방향이라고 하는 것은 반드시 X방향 또는 Y방향에 대해 정확히 평행한 방향일 필요는 없고, 상기한 제1 마스크 상의 4변 중의 1변밖에 삼각형 개구부내에 투영되지 않는다고 하는 조건이 충족되는 한 다소의 방향 오차를 포함하고 있어도 좋다.

상술한 바와 같이, 본 실시예에서는 항상 각 삼각형 개구부의 원점부(빗변의 양끝부 중의 한쪽의 끝부)를 사용하면서, 삼각형 패턴의 크기를 변경하고 있다. 이것에 의해, 시료 표면 위에 형성되는 삼각형 패턴의 원점 위치는 부동으로 되어, 제1 마스크 상(3)과 각 삼각형 개구부의 중첩 상태의 조절이 용이하게 되므로, 시료 위에 투영되는 삼각형 패턴의 크기를 임의로 또한 정밀도 좋게 변화시킬 수가 있다. 또, 시료(21)의 표면 위에 형성되는 각 삼각형 패턴의 원점 위치는 제2 마스크(15) 위에서의 각 삼각형 개구부의 가공 원점 좌표와 전자 광학계의 빔 회전량 및 축소율에 따라서 일의적으로 결정되기 때문에, 묘화시에 있어서 다시 원점맞춤을 하는 등의 여분의 조정작업이 불필요하게 된다. 본 실시예에서는 이 삼각형 패턴의 크기를 제어하기 위한 제1 마스크 상(3)의 이동(1차 성형 전자빔의 편향)도 상기한 2단 구성의 가변 성형 편향기(11a), (11b)를 사용해서 실행하고 있다.

일반적으로, 가변 성형 편향기는 편향 거리는 작지만 고속 편향이 가능하기 때문에, 직사각형 개구부(1)과 삼각형 개구부(2) 사이에서의 전환을 고속으로 실행할 수 있으므로, 본 실시예의 방법은 특정 경사 각도의 빗변 부분을 많이 포

함한 패턴의 묘화에 적합하다. 또, 가변 성형 편향기를 2단 구성으로 하고, 상기 2단의 편향기 사이의 연동비를 최적화하는 것에 의해서, 전자빔이 크게 편향되었을 때에 생기는 이축량(off-axis distance)을 최소로 할 수 있다. 또, 이들 편향기를 8극 구성의 것으로 하는 것에 의해, 더욱더 고정밀도인 패턴 형성(묘화)이 가능하게 된다.

상기한 2단 구성의 가변 성형 편향기(11a), (11b)를 사용한 제1 마스크 상(3)의 이동에 있어서는 삼각형 패턴 선택용의 편향 데이타와 선택된 삼각형 패턴 의 사이즈 조정용의 편향 데이타를 각각 분리해서 편향기 제어부에 입력하여 상기 2단의 가변 성형 편향기를 각각 제어하는 것에 의해서, 제1 마스크 상(3)을 편향, 이동시킨다. 삼각형 패턴의 크기 조정을 삼각형 빔(2차 성형 전자빔)의 편향 감도의 조정에 의해서 실행하기 위해서는 복잡한 처리가 필요하게 되기 때문에, 본 실시예에서는 제1 마스크 상(3)(1차 성형 전자빔)의 편향 감도를 조정하는 방법을 이용해서 실행하였다. 즉, 제2 마스크 위의 직사각형 개구부(1) 위에 제1 마스크 상(3)을 투영한 상태에서 편향기(11a), (11b)에 인가하는 편향 전압을 변경하면서, 직사각형 개구부(1)을 투과하는 전자빔(2차 성형 전자빔)의 빔 프로파일을 측정하여, 각각의 빔 프로파일의 중점간의 거리로부터 제1 마스크 상(3)과 직사각형 개구부(1)의 중첩의 절대값을 구하는 것에 의해 제1 마스크 상(3)의 편향 감도를 알 수 있다. 삼각형 개구부(2a) (2d)를 직사각형 개구부(1) 근방에 배치하는 것에 의해, 각 삼각형 개구부 위로의 제1 마스크 상(3)(1차 성형 전자빔)의 편향, 이동에 수반해서 생기는 상 왜곡의 2차 이상의 항은 무시할 수 있다. 따라서, 이 직사각형 개구부(1)을 사용한 제1 마스크 상(3)의 편향 감도 교정법을 삼각형 빔의 교정법으로 해도 적용할 수 있다. 이것에 의해, 가변 성형 편향기의 편향 전압 변화와 제1 마스크 상의 이동량 변화사이의 관계를 구할 수 있다.

다음에, 제1 마스크 상(3)과 삼각형 개구부(2)의 중첩의 원점(편향 전압과 삼각형의 크기의 시점)을 구한다. 이 중첩의 원점은 상기의 편향 감도 및 제1 마크스상(3)과 직사각형 개구부(1)의 중첩의 원점으로부터 외삽법에 의해 구할 수 있지만, 이 외삽법에서는 편향 감도 교정의 오차를 증가시키기 때문에, 다른 교정 방법 이 요망된다. 도 6, 도 7에 새로운 교정 방법의 1예를 도시한다. 2단의 가변 성형 편향기(11a), (11b)를 사용해서 삼각형 패턴의 크기를 변경하면서 제2 마스크(15)를 투과하는 빔 전류를 측정하고, 도 6의 곡선을 얻는다. 도 6에 있어서 투과빔 전류가 최대 값으로 되는 곳(전류 증가가 정지하는 곳)이 제1 마스크 상(3)의 시변(始邊)(삼각형 개구부와 중첩하는 변)(3f)와 삼각형 개구부(2)의 종변(終邊)(원점(4)의 대변)(2e)가 완전히 일치한 곳으로 된다. 본 발명에서는 이 투과빔 전류가 최대값으로 되는 위치를 검출하고, 이 위치를 원점 기준으로서 사용하기로 했다. 투과 전류가 0으로 되는 곳을 검출해서 원점 기준으로 하는 것도 가능하지만, 도 6에서 알 수 있는 바와 같이 투과 전류가 0인 근방에서는 투과 전류가 미약할 뿐만 아니라 그의 변화가 완만하기 때문에, 투과 전류가 0으로부터 상승하는 위치를 정밀도 좋게 검출하는 것은 곤란하다. 이것에 대해, 투과 전류가 최대값으로 되는 곳에서는 투과 전류가 클뿐만 아니라 그의 변화가 급준하기 때문에, 최대값 위치를 정밀도 좋게 검출할 수 있다. 따라서, 이 최대값 위치를 중첩 조정시의 기준 위치(원점 위치)로서 사용하는 것에 의해, 정밀도 좋은 조정이 가능하게 된다. 도 6에 있어서의 전류 증가 부분을 2차 함수로, 최대값 후의 전류 불변 부분을 0차 함수로, 도 7에 도시하는 바와 같은 피팅을 실행하는 것에 의해 최대값 위치가 구해진다. 이 때의 삼각형 패턴의 크기는 개구부(2)의 치수와 전자 광학계의 축소율에 따라 일의적으로 구해지므로, 이후는 앞서 구한 편향 감도에 따라서 삼각형 패턴의 크기를 조정할 수 있다.

이상의 조정을 실행한 후에 6인치 웨이퍼 위에 64MDRAM의 배선 패턴을 묘화 한 결과, 패턴 전체의 묘화에 필요한 쇼트수는 가변 성형법만에 의한 묘화에서는 10^{10} 쇼트, 가변 성형법과 일괄 도형 조사법을 병용한 묘화에서는 109 쇼트였던데 비해, 본 실시예의 가변 성형법과 일괄 도형 조사법을 병용한 경우에 또 삼각형 패턴을 사용한 묘화에서는 3×10^{8} 쇼트로 대폭으로 묘화 쇼트수의 저감을 도모할 수 있었다. 또, 본 실시예의 삼각형 패턴을 사용한 묘화에서는 묘화된 패턴의 빗변 부분의 선의 거칠음(roughness)도 종래법에 의한 0.1㎛로부터 0.03㎛로 약 1/3의 거칠음으로 개선할 수 있었다. 이것에 의해, 반도체 생산의 생산성이나 수율(양품률)의 향상에 기여할 수 있다.

<실시예 2>

본 발명의 제2 실시예에 대해 도 8 도 11을 사용해서 설명한다. 본 실시예에서는 실시예1과 마찬가지로, 도 5의 전자 광학계를 사용했지만, 제2 마스크(15) 위에서의 삼각형 개구부(2)의 배치 구성이 다르다. 도 8에 본 실시예의 제2 마스크(15) 위의 개구부의 배치 구성을 도시한다. 본 실시예에서는 직사각형 개구부(1)의 바깥둘레에 서로 다른 경사각도의 빗변을 갖는 여러 종류의 삼각형 개구부를 마련하고 있다. 직사각형 개구부(1)의 바로 바깥둘레에는 빗변의 경사각도가 45° 인 직각 삼각형 개구부(2a) (2d)가 마련되고, 그의 더욱 바깥둘레에는 빗변의 경사 각도가 30° 인 직각 삼각형 개구부(23a) (23d) 및 빗변의 경사각도가 60° 인 직각 삼각형 개구부(23e)~(23h)가 마련되어 있다. 동일 종류의 (빗변의 경사각도가 동일한) 4개의 개구부는 각각 그의 빗변의 방향을 90° 씩 다르게하여 배치되 어 있다. 모든 삼각형 개구부는 적어도 그의 1방향 외측에 근접해서 제1 마스크 상(3)보다 큰 빈 영역(개구부가 마련되어 있지 않은 영역)을 갖고 있고, 그것에 의해서 제1 마스크상(3)과 각 삼각형 개구부의 중첩 상태를 조절해서 삼각형 패턴의 크기를 변경할 때의 전자빔의 누설을 방지하고 있다. 삼각형 개구부의 선택은 패턴형상 선택용의 제1, 제2 전자빔 편향기(10), (12)를 사용해서 실행하고, 대각 편향을 가능하게 하였다. 편향기의 최대 출력은 200V, 정정 시간은 10μsec이다. 단, 삼각형 패턴의 크기의 조정에는 패턴사이즈 조정용의 전자빔 편향기(가변 성형 편향기)(11a), (11b)를 사용하였다.

다음에, 도 9를 사용해서 가변 성형 편향기(11)에 의한 편향의 1예를 도시한다. 제어 계산기(34)로부터 삼각형 패턴의 사이즈 교정용 데이타(32), 삼각형 패턴 선택용 편향데이타(33)을 각각 분리해서 출력하고, 양 데이타를 가산해서 편향신호를 형성하고, 상기 편향신호를 아날로그 앰프(35)를 거쳐서 가변 성형 편향기(11a), (11b)에 입력하는 것에 의해서, 제1 마스크 상(3)을 편향, 이동시킨다. 삼각형 패턴의 크기 조정은 편향 전압과 투과 전류의 관계를 사용해서 실행하였다. 도 10에 투과 전류의 1차 미분 파형을 도시한다. 0차 파형과 1차 미분파형을 도 11에 도시하는 바와 같이, 각각 2차 함수 및 1차 함수로 피팅하는 것에 의해서, 편향의 감도와 원점을 구할 수 있다. 이 투과 전류의 1차 미분 파형을 사용하는 방법 쪽이 파형이 급준하기 때문에 피팅에 적합하지만, 노이즈가 많은 경우에는 반대로 정밀도를

저하시킨다. 묘화 결과로부터 패턴 사이즈의 조정 정밀도를 구한 결과, 0차 파형에 의한 패턴 사이즈 조정에서는 0.03㎛, 1차 미분 파형에 의한 패턴 사이즈 조정에서는 0.02㎛의 치수 정밀도가 얻어졌다.
또한, 본 실시예에서는 빗변의 경사각도가 각각 30°, 45°, 60° 인 3종류의 직각 삼각형 개구부를 사용했지만, 이것에 한정되는 것은 아니고 그 밖의 임의의 경사각도를 갖는 삼각형 개구부를 사용해도 좋다.
<실시예 3>
본 발명의 제3 실시예에 대해 도 12 도 14를 사용해서 설명한다. 본 실시예에서는 실시예1과 마찬가지로 도 5에 도시한 전자 광학계를 사용했지만, 삼각형 패턴의 크기의 조정방법을 변경하였다. 삼각형 빔의 단면형상을 직접 측정할 수 있으면 조정이 용이해진다. 도 12에 도시하는 바와 같이, 실리콘 기판(30)의 표면 위에 텅스텐 막으로 형성된 충분히 넓은 폭을 가진 직선형상의 마크(29)를 형성해 두고, 이 마크(29) 위를 삼각형 빔(27)에 의해 화살표(28) 방향으로 주사해서 마크(29)로부터의 반사 전자의 강도를 측정한다. 이 반사 전자 강도의 측정 파형을 1차 미분하는 것에 의해 소위 빔 프로파일을 얻을 수 있다. 도 13에 이 빔 프로파일을 도시한다. 이 삼각 파형 형상을 한 빔 프로파일을 도 14에 도시하는 바와 같이, 삼각형 패턴의 길이(주사 방향의 폭)와 높이(주사 방향과 직각인 방향의 폭)으로 피팅하는 것에 의해, 삼각형 패턴(삼각형 빔 단면)의 크기를 구할 수 있다. 또, 이 빔 프로파일을 또 미분하는 것에 의해, 삼각형 패턴의 전후 양 끝에 대응해서 급준한 피크가 나타난다. 이 2개의 피크를 미리 정해진 레벨과 비교하는 것에 의해 양 피크의 중심 위치를 구하는 것에 의해서, 삼각형 패턴의 크기를 알 수 있다. 이 후자의 방법에서는 전자의 방법에 비해, 삼각형 패턴의 크기 측정의 정밀도는 변함없지만, 보다 고속으로 삼각형 패턴의 크기를 구할 수 있다. 본 실시예의 방법에 따른 삼각형 패턴 사이즈의 조정 정밀도는 전자의 방법 및 후자의 방법 모두 0.02㎛였다.

발명의 효과

이상 상세하게 설명한 바와 같이 본 발명에 따르면, 전자선 묘화시의 삼각형 빔의 형성, 조정이 용이하게 되어, 묘화의 고속화에 기열할 수 있다.
이상 본 발명을 본 실시예에 따라 설명하였지만, 본 발명은 이것에 한정되는 것은 아니고 그 요지를 이탈하지 않는 범위내에서 여러 가지로 변경가능한 것은 물론이다.

(57) 청구의 범위

청구항 1.
전자빔을 발생하기 위한 전자선원;
상기 전자선원으로부터의 전자빔을 투과시켜서 직사각형 단면형상을 갖는 1차 성형 전자빔을 형성하기 위한 제1 직사각형 형상의 개구부를 갖는 제1 마스크;
상기 1차 성형 전자빔을 투과시켜서 직사각형 단면형상을 갖는 2차 성형 전자빔을 형성하기 위한 제2 직사각형 형상의 개구부와 상기 1차 성형 전자빔을 투과시켜서 삼각형 단면형상을 갖는 2차 성형 전자빔을 형성하기 위한 삼각형 형상의 개구부를 갖는 제2 마스크;
상기 1차 성형 전자빔을 상기 제2 마스크의 표면 위에서 이동시키기 위한 제1 전자빔 편향기 및;
상기 2차 성형 전자빔을 묘화될 시료의 표면 위에서 이동시키기 위한 제2 전자빔 편향기를 구비해서 이루어지고,
상기 삼각형 형상의 개구부는 상기 제2 마스크의 표면 위에 상기 1차 성형 전자빔에 의해서 형성되는 직사각형 형상의 투영상에 의해서 그의 전체가 덮일 수 있는 크기로 형성되어 있는 것을 특징으로 하는 전자선 묘화 장치.

청구항 2.
제1항에 있어서,
상기 제2 직사각형 형상의 개구부는 상기 제2 마스크의 표면 위에 상기 1차 성형 전자빔에 의해서 형성되는 직사각형 형상의 투영상에 의해서 그의 전체가 덮 일 수 있는 크기로 형성되어 있는 것을 특징으로 하는 전자선 묘화 장치.

청구항 3.
제1항 또는 제2항에 있어서,
상기 삼각형 형상의 개구부는 상기 제2 직사각형 형상의 개구부에 인접해서 마련되어 있는 것을 특징으로 하는 전자선 묘화 장치.

청구항 4.
제1항에 있어서,
상기 삼각형 형상의 개구부는 직각 삼각형 형상의 개구부인 것을 특징으로 하는 전자선 묘화 장치.

청구항 5.
제4항에 있어서,
상기 직각 삼각형 형상의 개구부는 그의 서로 직각을 이루는 2변이 상기 제2 직사각형 형상의 개구부의 서로 직각을 이루는 2변과 각각 평행하게 되도록 형성되어 있는 것을 특징으로 하는 전자선 묘화 장치.

청구항 6.
제4항에 있어서,
상기 직각 삼각형 형상의 개구부는 그의 서로 직각을 이루는 2변과 그의 빗변이 이루는 2각이 쌍방 모두 45° 로 형성되어 있는 것을 특징으로 하는 전자선 묘화 장치.

청구항 7.

전자빔을 발생하기 위한 전자선원;
상기 전자선원으로부터의 전자빔을 투과시켜서 직사각형 단면형상을 갖는 1차 성형 전자빔을 형성하기 위한 제1 직사각형 형상의 개구부를 갖는 제1 마스크;
상기 1차 성형 전자빔을 투과시켜서 직사각형 단면형상을 갖는 2차 성형 전자빔을 형성하기 위한 제2 직사각형 형상의 개구부와 각각 상기 1차 성형 전자빔을 투과시켜서 삼각형 단면형상을 갖는 2차 성형 전자빔을 형성하기 위한 여러개의 삼각형 형상의 개구부를 갖는 제2 마스크;
상기 1차 성형 전자빔을 상기 제2 마스크의 표면 위에서 이동시키기 위한 제1 전자빔 편향수단 및;
상기 2차 성형 전자빔을 묘화될 시료의 표면 위에서 이동시키기 위한 제2 전자빔 편향수단을 구비해서 이루어지고,
상기 여러개의 삼각형 형상의 개구부는 각각 상기 제2 마스크의 표면 위에 상기 1차 성형 전자빔에 의해서 형성되는 직사각형 형상의 투영상에 의해서 그의 전체가 덮일 수 있는 크기로 형성되어 있는 것을 특징으로 하는 전자선 묘화 장치.

청구항 8.

제7항에 있어서,
상기 제2 직사각형 형상의 개구부는 상기 제2 마스크의 표면 위에 상기 1차 성형 전자빔에 의해서 형성되는 직사각형 형상의 투영상에 의해서 그의 전체가 덮일 수 있는 크기로 형성되어 있는 것을 특징으로 하는 전자선 묘화 장치.

청구항 9.

제7항 또는 제8항에 있어서,
상기 여러개의 삼각형 형상의 개구부는 모두 상기 제2 마스크 위의 상기 제2 직사각형 형상의 개구부에 인접하는 영역내에 마련되어 있는 것을 특징으로 하는 전자선 묘화 장치.

청구항 10.

제7항에 있어서,
상기 여러개의 삼각형 형상의 개구부는 모두 직각 삼각형 형상의 개구부인 것을 특징으로 하는 전자선 묘화 장치.

청구항 11.

제10항에 있어서,
상기 여러개의 직각 삼각형 형상의 개구부의 각각은 그의 서로 직각을 이루는 2변이 상기 제2 직사각형 형상의 개구부의 서로 직각을 이루는 2변과 각각 평행하게 되도록 형성되어 있는 것을 특징으로 하는 전자선 묘화 장치.

청구항 12.

제10항에 있어서,
상기 여러개의 직각 삼각형 형상의 개구부의 각각은 그의 서로 직각을 이루는 2변과 그의 빗변이 이루는 2개의 내각이 쌍방 모두 45°로 형성되어 있는 것을 특징으로 하는 전자선 묘화 장치.

청구항 13.

제10항에 있어서,
상기 여러개의 직각 삼각형 형상의 개구부의 빗변의 방향이 서로 다른 것을 특징으로 하는 전자선 묘화 장치.

청구항 14.

제10항에 있어서,
상기 여러개의 직각 삼각형 형상의 개구부의 수가 4인 것을 특징으로 하는 전자선 묘화 장치.

청구항 15.

제10항에 있어서,
상기 제2 마스크는 상기 제2 직사각형 형상의 개구부의 바깥둘레에 인접하는 영역내의 상기 제2 직사각형 형상의 개구부의 한쪽의 대각선의 적어도 한쪽의 연장선 위에, 상기 제2 마스크 위에 상기 1차 성형 전자빔에 의해서 형성되는 직사각형 형상의 투영상의 전체를 덮을 수 있는 면적 범위에 걸쳐서 어떠한 개구부도 마련되어 있지 않은 부분 영역을 갖는 것을 특징으로 하는 전자선 묘화 장치.

청구항 16.

제10항에 있어서,
상기 제2 마스크의 상기 제2 직사각형 형상의 개구부의 바깥둘레에 인접하는 영역 중 상기 제2 직사각형 형상의 개구부의 서로 인접하는 2변의 외측에 위치하는 2개의 부분 영역 및 상기 2개의 부분 영역 사이에 위치하는 부분 영역에는 상기 제2 마스크 위에 상기 1차 성형 전자빔에 의해서 형성되는 직사각형 형상의 투영상의 전체를 덮을 수 있는 면적 범위에 걸쳐서 어떠한 개구부도 마련되어 있지 않은 것을 특징으로 하는 전자선 묘화 장치.

청구항 17.

제10항에 있어서,
상기 제2 마스크는 상기 여러개의 직각 삼각형 형상의 개구부의 각각에 인접하는 영역내의 상기 각 직각 삼각형 형상의 개구부의 서로 직각을 이루는 2변중 한쪽의 변의 상기 각 직각 삼각형 형상의 개구부의 빗변측으로의 연장선 위에, 상기 제2 마스크 위에 상기 1차 성형 전자빔에 의해서 형성되는 직사각형 형상의 투영상의 전체를 덮을 수 있는 면적 범위에 걸쳐서 어떠한 개구부도 마련되어 있지 않은 부분 영역을 갖는 것을 특징으로 하는 전자선 묘화 장치.

청구항 18.

제7항에 있어서,
상기 제2 마스크는 상기 여러개의 삼각형 형상의 개구부가 마련되어 있는 영역의 바깥둘레에 일괄도형 묘화용의 임의의 형상의 개구부를 더 갖고 있는 것을 특징으로 하는 전자선 묘화 장치.

청구항 19.
제7항에 있어서,
상기 제1 전자빔 편향수단은
상기 1차 성형 전자빔을 상기 제2 마스크의 표면 위에서 이동시키기 위한 전자빔 편향기,
상기 전자빔 편향기에 대해 상기 1차 성형 전자빔을 상기 제2 직사각형 형상 의 개구부와 상기 여러개의 삼각형 형상의 개구부중의 어느 1개와 선택적으로 중첩되는 위치로 이동시키기 위한 개구부 선택용 편향신호를 공급하기 위한 제1 편향 신호 공급수단,
마찬가지로 상기 전자빔 편향기에 상기 개구부 선택용 편향신호에 의해서 선택된 개구부와 상기 1차 성형 전자빔의 중첩 상태를 조절하기 위한 중첩 상태 조절용 편향신호를 공급하기 위한 제2 편향신호 공급수단 및,
상기 제1 편향신호 공급수단으로부터의 상기 개구부 선택용 편향신호와 상기 제2 편향신호 공급수단으로부터의 상기 중첩 상태 조절용 편향신호를 가산해서 상기 전자빔 편향기로 공급하기 위한 신호 가산수단을 포함해서 이루어지는 것을 특징으로 하는 전자선 묘화 장치.

청구항 20.
제7항에 있어서,
상기 제1 전자빔 편향수단은 여러개의 전자빔 편향기를 포함해서 이루어지는 것을 특징으로 하는 전자선 묘화 장치.

청구항 21.
제7항에 있어서,
상기 제1 전자빔 편향수단은
상기 1차 성형 전자빔을 상기 제2 직사각형 형상의 개구부와 상기 여러개의 삼각형 형상의 개구부중의 어느 1개와 선택적으로 중첩시키기 위한 개구부 선택용의 제1 전자빔 편향기 및,
상기 제1 전자빔 편향기에 의해서 선택된 개구부와 상기 1차 성형 전자빔의 중첩 상태를 조절하기 위한 중첩 상태 조절용의 제2 전자빔 편향기를 포함해서 이루어지는 것을 특징으로 하는 전자선 묘화 장치.

청구항 22.
전자빔을 발생하는 단계,
상기 발생한 전자빔을 제1 직사각형 형상의 개구부를 갖는 제1 마스크 위에 조사하는 단계;
상기 제1 직사각형 형상의 개구부를 투과한 전자빔에 의해 직사각형 단면형상의 1차 성형 전자빔을 형성하는 단계;
상기 1차 성형 전자빔을 제2 직사각형 형상의 개구부와 여러개의 삼각형 형상의 개구부를 갖는 제2 마스크 위에 조사하는 단계;
상기 제2 직사각형 형상의 개구부 및 상기 여러개의 삼각형 형상의 개구부 중의 어느 1개의 개구부를 선택적으로 투과한 전자빔에 의해 2차 성형 전자빔을 형성하는 단계 및;
상기 2차 성형 전자빔을 묘화될 시료의 표면 위에 조사하는 단계를 포함해서 이루어지고,
상기 여러개의 삼각형 형상의 개구부는 각각 상기 제2 마스크 위에 상기 1차 성형 전자빔에 의해서 형성되는 직사각형 형상의 투영상에 의해서 그의 전체가 덮일 수 있는 크기로 형성되어 있는 것을 특징으로 하는 전자선 묘화 방법.

청구항 23.
제22항에 있어서,
상기 제2 직사각형 형상의 개구부는 상기 제2 마스크 위에 상기 1차 성형 전자빔에 의해서 형성되는 직사각형 형상의 투영상에 의해서 그의 전체가 덮일 수 있는 크기로 형성되어 있는 것을 특징으로 하는 전자선 묘화 방법.

청구항 24.
제22항 또는 제23항에 있어서,
상기 1차 성형 전자빔을 제2 마스크 위에 조사하는 단계는
상기 1차 성형 전자빔을 편향시켜서 상기 1차 성형 전자빔에 의해서 상기 제2 마스크 위에 형성되는 직사각형 형상의 투영상을 상기 제2 마스크 위에서 이동시키는 부차 단계를 포함해서 이루어지는 것을 특징으로 하는 전자선 묘화 방법.

청구항 25.
제22항에 있어서,
상기 2차 성형 전자빔을 시료 표면 위에 조사하는 단계는
상기 2차 성형 전자빔을 편향시켜서 상기 2차 성형 전자빔에 의해 상기 시료 표면 위에 형성되는 투영상을 상기 시료 표면 위에서 이동시키는 부차 단계를 포함해서 이루어지는 것을 특징으로 하는 전자선 묘화 방법.

청구항 26.
제22항에 있어서,
상기 여러개의 삼각형 형상의 개구부는 모두 상기 제2 마스크 위의 상기 제2 직사각형 형상의 개구부에 인접하는 영역내에 마련되어 있는 것을 특징으로 하는 전자선 묘화 방법.

청구항 27.
제22항에 있어서,
상기 여러개의 삼각형 형상의 개구부는 모두 직각 삼각형 형상의 개구부인 것을 특징으로 하는 전자선 묘화 방법.

청구항 28.
제27항에 있어서,

상기 여러개의 직각 삼각형 형상의 개구부의 각각은 그의 서로 직각을 이루는 2변이 상기 제2 직사각형 형상의 개구부의 서로 직각을 이루는 2변과 각각 평행하게 되도록 형성되어 있는 것을 특징으로 하는 전자선 묘화 방법.

청구항 29.

제27항에 있어서,

상기 여러개의 직각 삼각형 형상의 개구부의 빗변의 방향은 각각 서로 다른 것을 특징으로 하는 전자선 묘화 방법.

청구항 30.

제27항에 있어서,

상기 제2 마스크는 상기 제2 직사각형 형상의 개구부의 바깥둘레에 인접하는 영역내의 상기 제2 직사각형 형상의 개구부의 한쪽의 대각선의 적어도 한쪽으로의 연장선 위에, 상기 제2 마스크 위에 상기 1차 성형 전자빔에 의해서 형성되는 직사각형 형상의 투영상의 전체를 덮을 수 있는 면적 범위에 걸쳐서 어떠한 개구부도 마련되어 있지 않은 부분 영역을 갖는 것을 특징으로 하는 전자선 묘화 방법.

청구항 31.

제27항에 있어서,

상기 제2 마스크의 상기 제2 직사각형 형상의 개구부의 바깥둘레에 인접하는 영역중 상기 제2 직사각형 형상의 개구부의 서로 인접하는 2변의 외측에 위치하는 2개의 부분 영역 및 상기 2개의 부분 영역 사이에 위치하는 부분 영역에는 상기 제2 마스크 위에 상기 1차 성형 전자빔에 의해서 형성되는 직사각형 형상의 투영상의 전체를 덮을 수 있는 면적 범위에 걸쳐서 어떠한 개구부도 마련되어 있지 않은 것을 특징으로 하는 전자선 묘화 방법.

청구항 32.

제27항에 있어서,

상기 제2 마스크는 상기 여러개의 직각 삼각형 형상의 개구부의 각각에 인접하는 영역내의 상기 각 직각 삼각형 형상의 개구부의 서로 직각을 이루는 2변중 한쪽의 변의 상기 각 직각 삼각형 형상의 개구부의 빗변의 외측으로의 연장선 위에, 상기 제2 마스크 위에 상기 1차 성형 전자빔에 의해서 형성되는 직사각형 형상의 투영상의 전체를 덮을 수 있는 면적 범위에 걸쳐서 어떠한 개구부도 마련되어 있지 않은 부분 영역을 갖는 것을 특징으로 하는 전자선 묘화 방법.

청구항 33.

제27항에 있어서,

상기 1차 성형 전자빔을 제2 마스크 위에 조사하는 단계는

상기 1차 성형 전자빔을 편향시켜서 상기 1차 성형 전자빔에 의해 상기 제2 마스크 위에 형성되는 직사각형 형상의 투영상을 상기 제2 직사각형 형상의 개구부와 상기 여러개의 직각 삼각형 형상의 개구부중의 어느 1개와 선택적으로 중첩시키기 위한 개구부 선택 단계 및,

상기 1차 성형 전자빔을 편향시켜서 상기 개구부 선택 단계에 의해서 상기 투영상이 선택적으로 중첩된 개구부와 상기 투영상의 중첩 상태를 조절하기 위한 중첩 상태 조절 단계를 포함해서 이루어지는 것을 특징으로 하는 전자선 묘화 방법.

청구항 34.

제33항에 있어서,

상기 중첩 상태 조절 단계에 있어서의 상기 투영상과 이 투영상과 중첩된 직각 삼각형 형상의 개구부의 중첩 상태의 조절은 상기 1차 성형 전자빔을 편향시켜서 상기 투영상을 그것과 중첩된 직각 삼각형 형상의 개구부의 서로 직각을 이루는 2변중 어느 한쪽의 변과 평행한 1방향으로만 이동시키는 것에 의해서 실행되는 것을 특징으로 하는 전자선 묘화 방법.

청구항 35.

제34항에 있어서,

상기 1차 성형 전자빔의 편향에 의한 상기 투영상의 상기 직각 삼각형 형상의 개구부에 대한 이동은 상기 투영상의 1변밖에 상기 직각 삼각형 형상의 개구부의 개구내에 투영되지 않도록 해서 실행되는 것을 특징으로 하는 전자선 묘화 방 법.

청구항 36.

제34항 또는 제35항에 있어서,

상기 중첩 상태 조절단계에 있어서의 상기 투영상의 이동방향은 상기 투영상이 그것과 중첩하고 있는 직각 삼각형 형상의 개구부로부터 멀어지는 방향으로 이동되어 양자간의 중첩 상태가 0으로 되었을 때의 상기 투영상의 위치와 상기 제2 직사각형 형상의 개구부의 위치 사이의 거리가 가장 작아지는 방향으로 설정되어 있는 것을 특징으로 하는 전자선 묘화 방법.

청구항 37.

제33항에 있어서,

상기 1차 성형 전자빔의 상기 제2 마스크 위로의 투영상과 이 투영상이 선택적으로 중첩되어 있는 직각 삼각형 형상의 개구부 사이의 중첩 상태는 상기 묘화될 시료의 표면과 동일면 위에 마련된 상기 2차 성형 전자빔 투영상의 상기 제2 마스크면 위에 있어서의 상기 1차 성형 전자빔 투영상의 상기 직각 삼각형 형상의 개구부에 대한 이동방향에 대응하는 방향에서의 상폭보다 큰 선폭을 가진 직선형상의 마크에 대해서 상기 2차 성형 전자빔 투영상을 상대 이동시키는 것에 의해 상기 2차 성형 전자빔의 빔전류 프로파일을 구하고, 이 구해진 빔전류 프로파일을 미리 정해진 함수에 피팅하는 것에 의해서 판정되는 것을 특징으로 하는 전자선 묘화 방법.

청구항 38.

제33항에 있어서,
상기 1차 성형 전자빔의 상기 제2 마스크 위로의 투영상과 이 투영상이 선택적으로 중첩되어 있는 직각 삼각형 형상의 개구부 사이의 중첩 상태는 상기 묘화될 시료의 표면과 동일면 위에 마련된 상기 2차 성형 전자빔 투영상의 상기 제2 마스크면 위에 있어서의 상기 1차 성형 전자빔 투영상의 상기 직각 삼각형 형상의 개구부에 대한 이동방향에 대응하는 방향에서의 상폭보다 큰 선폭을 가진 직선형상의 마크에 대해서 상기 2차 성형 전자빔 투영상을 상대 이동시키는 것에 의해 상기 2차 성형 전자빔의 빔전류 프로파일을 구하고, 이 구해진 빔전류 프로파일을 미분하는 것에 의해서 얻어진 미분된 빔전류 프로파일과 미리 정해진 미분값 레벨의 교점을 구하는 함수에 피팅하는 것에 의해서 판정되는 것을 특징으로 하는 전자선 묘화 방법.

청구항 39.

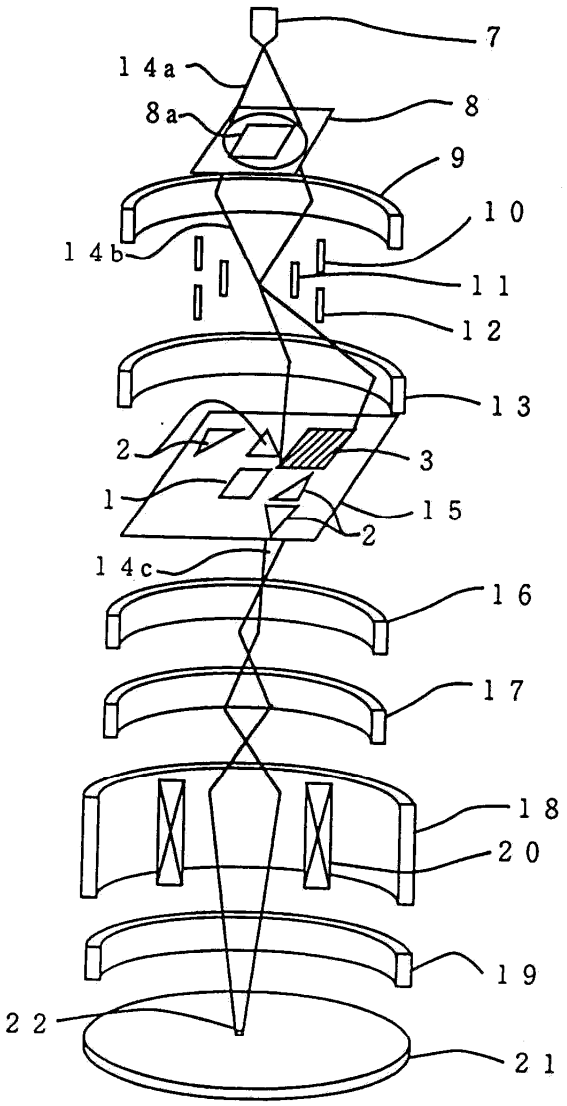
제33항에 있어서,
상기 1차 성형 전자빔의 상기 제2 마스크 위로의 투영상과 상기 투영상이 선택적으로 중첩되어 있는 직각 삼각형 형상의 개구부 사이의 중첩 상태는 상기 투영상이 선택적으로 중첩되어 있는 직각 삼각형 형상의 개구부를 통과한 투과 전자 빔 전류에 따라서 판정되는 것을 특징으로 하는 전자선 묘화 방법.

청구항 40.

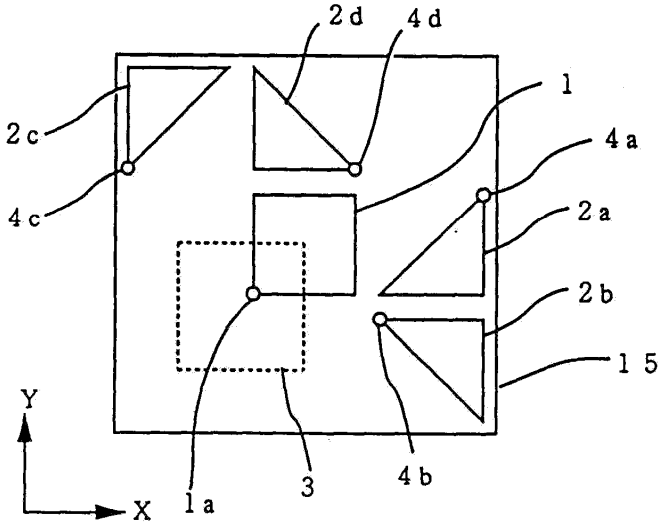
제33항에 있어서,
상기 1차 성형 전자빔의 상기 제2 마스크 위로의 투영상과 상기 투영상이 선 택적으로 중첩되어 있는 직각 삼각형 형상의 개구부 사이의 중첩 상태는 상기 투영상이 선택적으로 중첩되어 있는 직각 삼각형 형상의 개구부를 통과한 투과 전자 빔 전류가 최대값으로 될 때의 상기 2차 성형 전자빔의 편향량에 따라서 판정되는 것을 특징으로 하는 전자선 묘화 방법.

도면

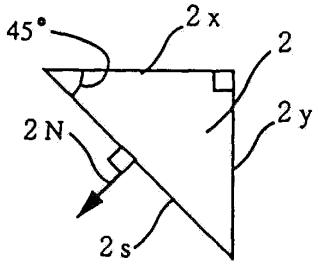
도면1



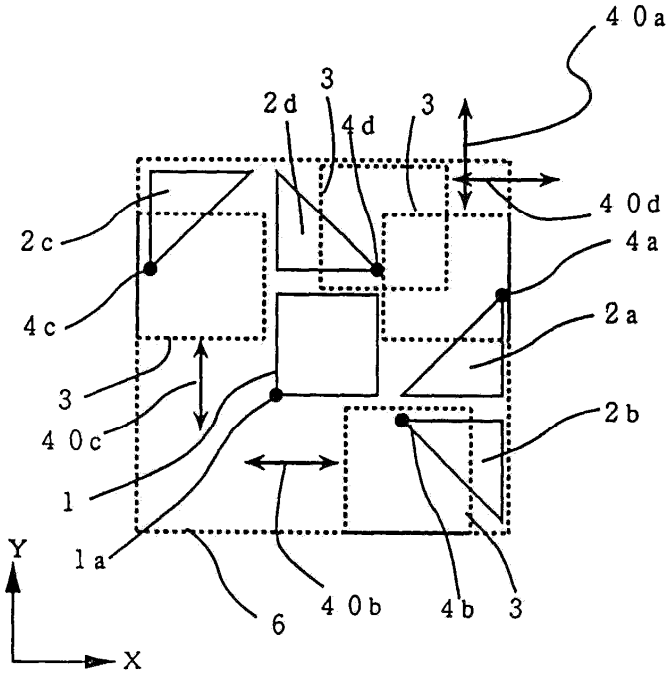
도면2a



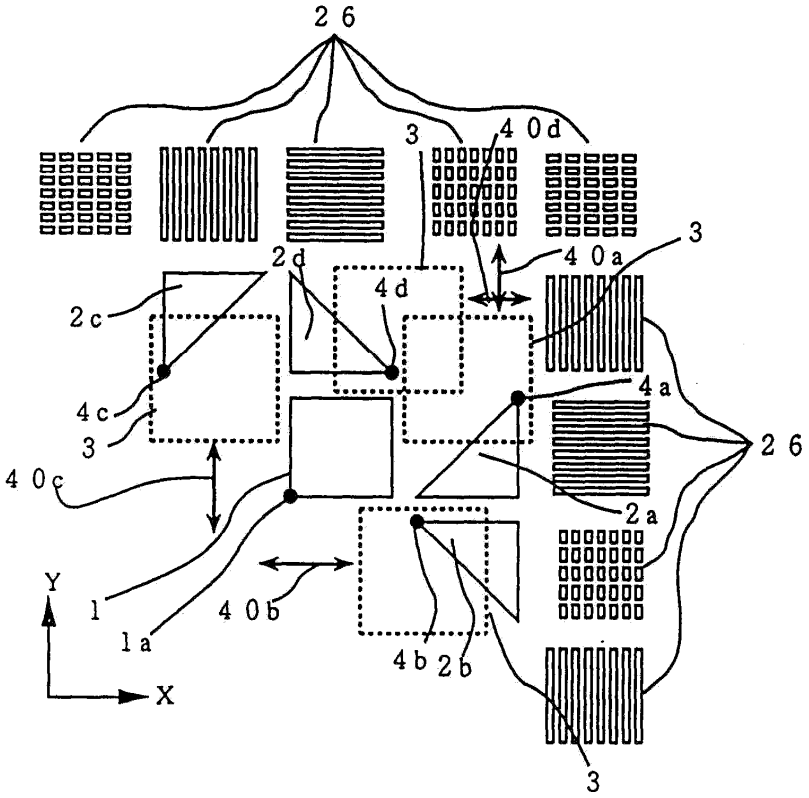
도면2b



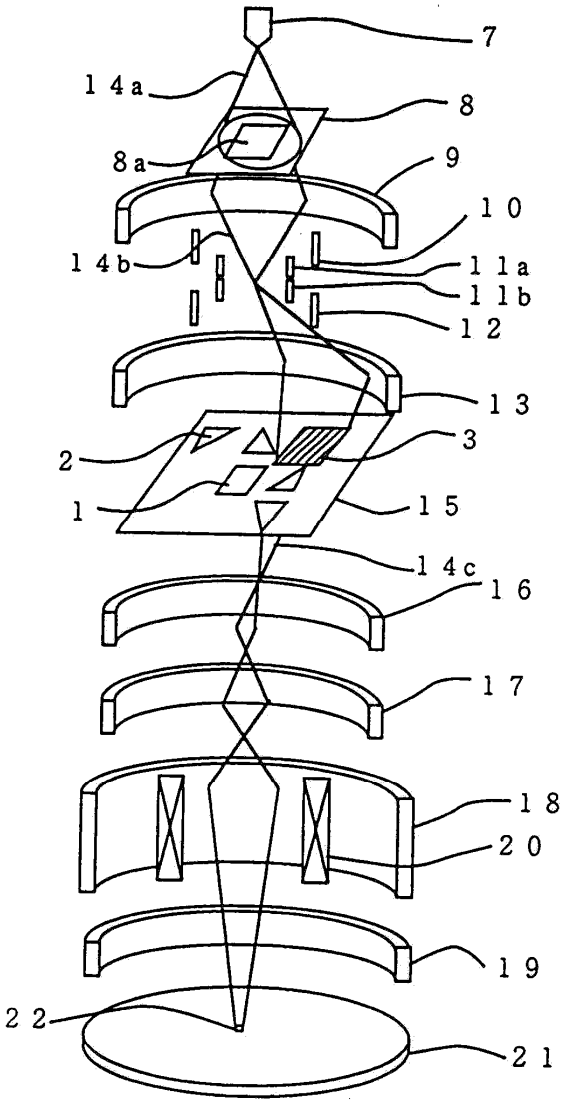
도면3



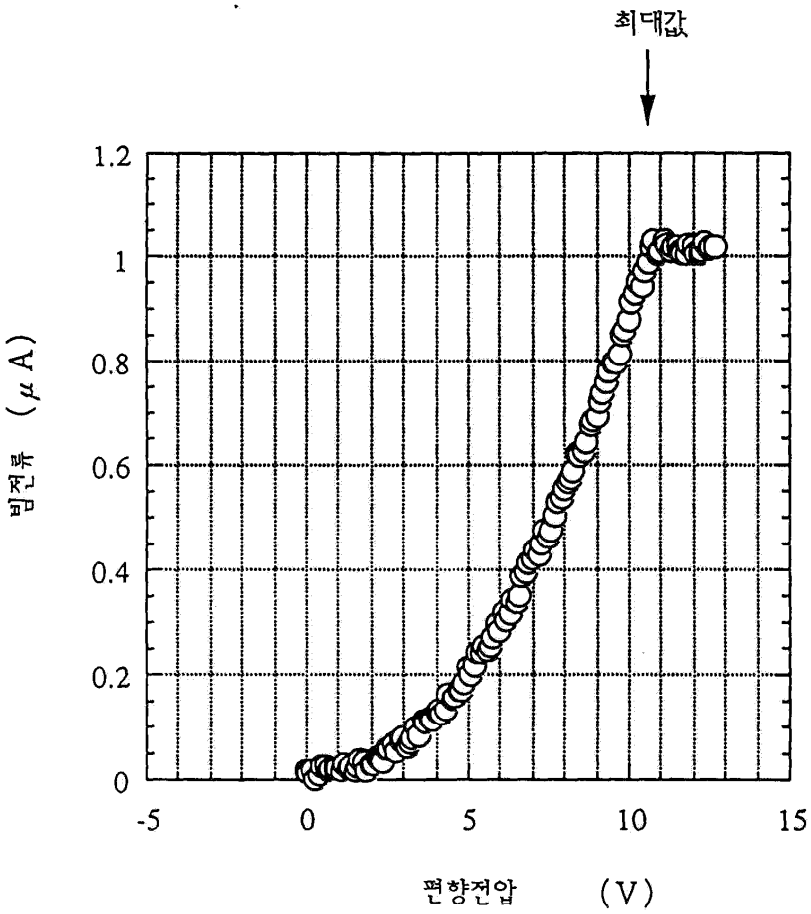
도면4



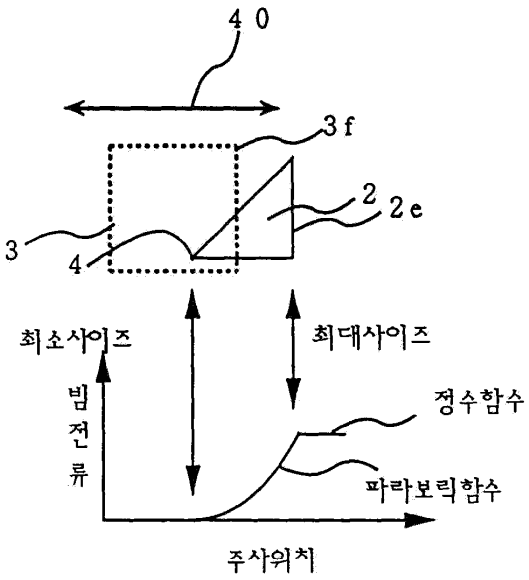
도면5



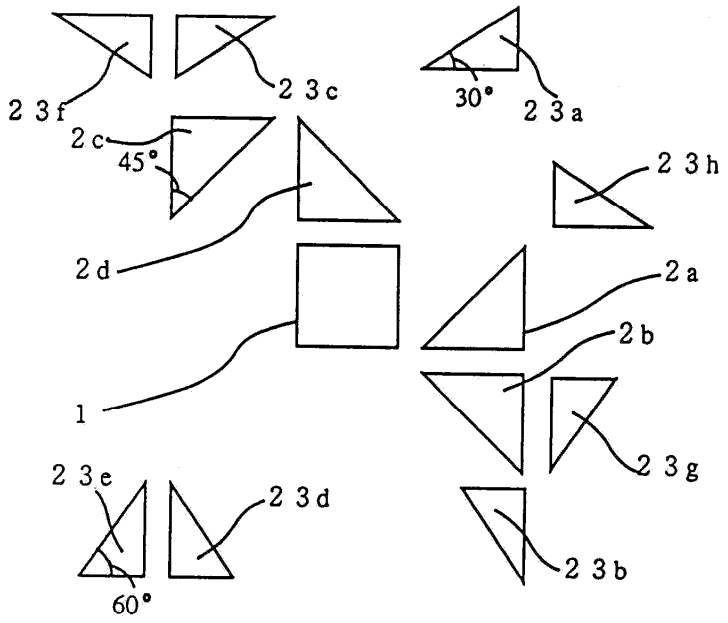
도면6


최대값
1.2
1
0.8
0.6
0.4
0.2
0
빔전류 (μA)
-5
0
5
10
15
편향전압 (V)

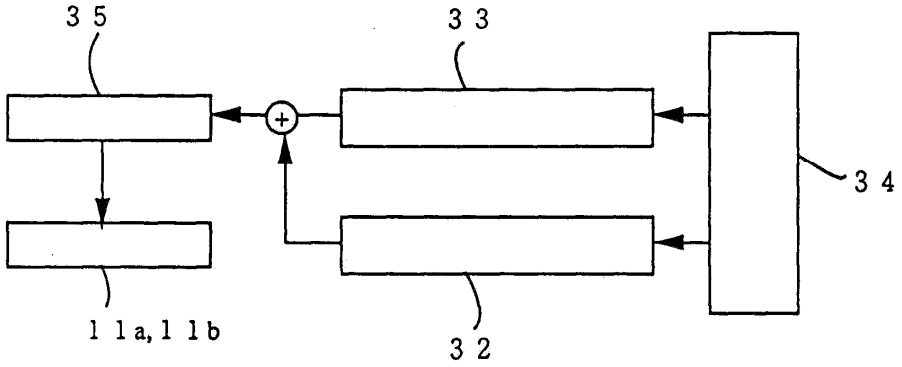
도면7


40
3f
2
2e
3
4
최소사이즈
최대사이즈
빔전류
정수함수
파라보릭함수
주사위치

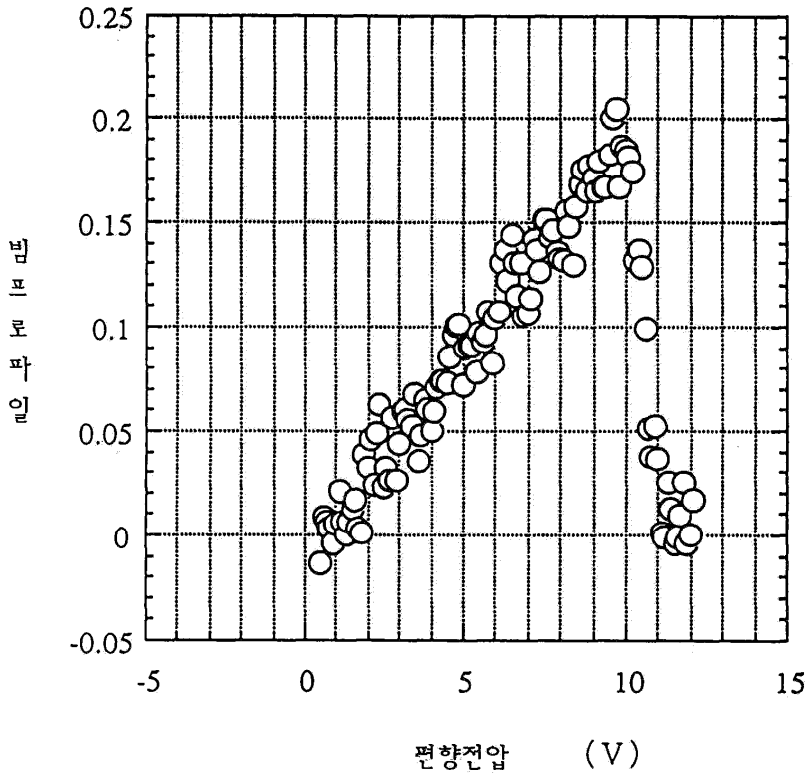
도면8


23f
23c
30°
23a
2c
45°
23h
2d
2a
2b
1
23g
23e
23d
60°
23b

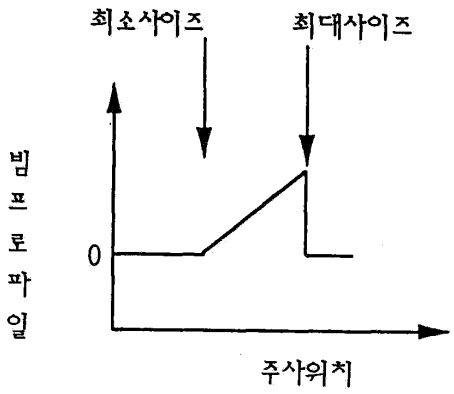
도면9


35
33
34
11a,11b
32

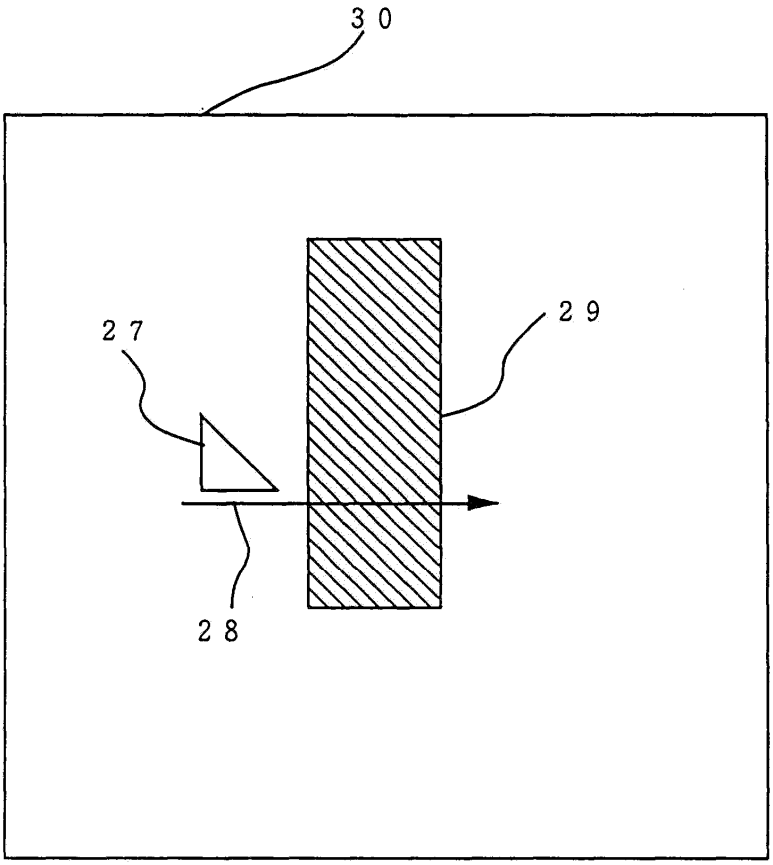
도면10


0.25
0.2
0.15
0.1
0.05
0
-0.05
-5
0
5
10
15
빔 프로파일
편향전압 (V)

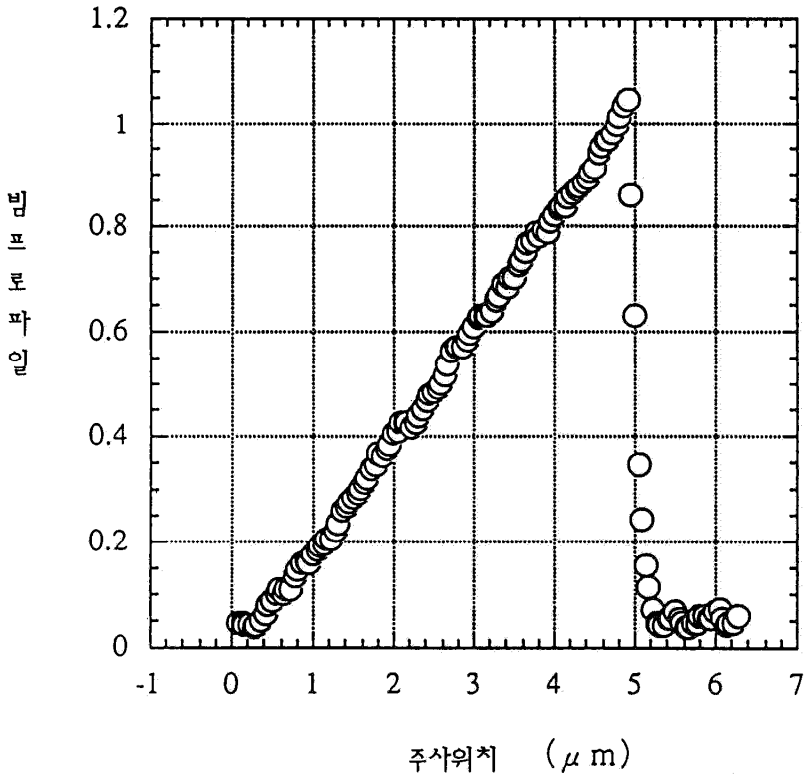
도면11



도면12



도면13



도면14

