(19) 대한민국특허청(KR)
(12) 등록특허공보(B1)

(51) 。Int. Cl. [7]
H01L 21/027

(45) 공고일자 2001년10월24일
(11) 등록번호 10-0296777
(24) 등록일자 2001년05월15일

(21) 출원번호 10-1994-0013274
(22) 출원일자 1994년06월10일

(65) 공개번호 특1995-0001856
(43) 공개일자 1995년01월04일

(30) 우선권주장 93-138489 1993년06월10일 일본(JP)

(73) 특허권자 가부시키가이샤 니콘
오노 시게오
일본 도쿄도 지요다구 마루노우찌 3-2-3

(72) 발명자 다니모또아끼까즈
일본가나가와껜요꼬하마시아사히꾸나까시라네2죠메11반5고

(74) 대리인 박해선
조영원

심사관 : 김승조

(54) 노광장치,노광방법및소자제조방법

요약

예를 들어, 반도체 소자 또는 액정표시소자 등을 포토리소그래피 공정으로 제조할 때에 사용되는 노광장치는, 패턴이 형성된 마스크를 광원에서의 펄스광으로 조명하는 조명광학계, 마스크를 장착하는 마스크 스테이지, 감광기판을 장착하는 기판 스테이지, 마스크 스테이지와 기판 스테이지를 동기시켜 주사하는 구동계를 구비하고 있다. 패턴을 감광기판상에 노광하는 노광장치는 추가로, 조명광학계에 의한 마스크상의 조명영역을 소정형상으로 제한학 위한 2개의 에지부를 갖는 조리개; 2개의 에지부의 일방 또는 양측 에지부의 위치를 상기 마스크의 주사방향에 대해 조정가능한 에지 위치조정부; 펄스광 마다의 에너지를 검출하는 노광에너지 검출수단; 상기 노광에너지 검출수단으로부터의 정보에 의거해서 상기 감광기판상의 노광영역을 감광기판의 주사방향으로 소정의 간격으로 구분한 적산노광량 산출 구간 마다의 적산노광량을 산출하는 연산부; 및 미리 정해진 적산노광량과 상기 산출된 적산노광량과의 차에 따라 에지 위치조정부를 제어하는 제어부를 포함한다.

[색인어]

노광장치

대표도

도 1

명세서

도면의 간단한 설명

도 1 은 본 발명에 의한 투영노광장치의 일 실시예를 도시하는 구성도.

도 2a 는 웨이퍼상에서의 이상적인 적산노광량 분포를 도시하는 도면.

도 2b 는 웨이퍼상에서의 1 펄스당의 노광량 분포를 도시하는 도면.

도 3 은 도 2a 의 위치(X_{21}) 부근에서의 적산노광량 분포를 도시하는 확대도.

도 4 는 웨이퍼의 노광필드(EA) 상의 펄스 발광 마다의 적산노광량 산출구간 및 1 펄스당의 슬릿 형상의 노광영역(28)을 도시하는 평면도.

도 5 는 적산노광량 산출 구간에 대한 적산노광량의 관계를 도시하는 도면.

도 6 은 1 펄스당의 노광량 분포에 대응하는 노광 제어계(10) 내에 기록되어 있는 정수의 조(組) A(K)를 도시하는 도면; 및

도 7 은 실시예에서 슬릿스캔 노광방식으로 노광을 하는 경우의 동작의 일례를 도시하는 플로우챠트이다.

* 도면의 주요부분에 대한 부호의 설명

1 : 엑시머 레이저광원 3 : 빔 정형 광학계

2 : 빔 스플리터 10 : 노광 제어계

14 : 레티클 스테이지 15 : 레티클 가이드

20 : Z 스테이지 26 : 광전 검출기

27 : 조명영역 28 : 노광영역

발명의 상세한 설명

발명의 목적

발명이 속하는 기술 및 그 분야의 종래기술

본 발명은 노광장치에 관한 것으로, 예를 들어 반도체 소자 또는 액정표시소자 등을 포토리소그래피 공정으로 제조할 때 사용되는 노광장치에 관한 것이다. 특히, 슬릿 형상의 조명영역에 대해서 마스크 및 감광 기판을 동기시켜 주사함으로써 상기 마스크의 패턴을 순차적으로 감광 기판상에 노광하는 소위 슬릿스캔 노광방식의 노광장치에 관한 것이다.

[발명의 배경]

초 LSI 등의 반도체 소자 또는 액정표시소자 등을 포토리소그래피 공정으로 제조할 때 포토마스크 또는 레티클(reticle)(이하, 레티클 이라 총칭)의 패턴을 투영광학계를 거쳐 감광재가 도포된 기판(웨이퍼,유리플레이트 등) 상에 노광하는 투영노광장치가 사용되고 있다. 반도체 소자를 예로 들면, 종래의 투영노광장치로서는 스텝퍼(stepper)가 주류였다. 스텝퍼란 스텝·앤드·리피트 방식으로 레티클의 패턴이미지를 순차적으로 웨이퍼의 각 쇼트영역에 각각 일괄 전사하는 투영노광장치이다. 그러나, 최근 소위 슬릿스캔 노광방식의 투영노광장치가 주목되고 있다.

슬릿스캔 노광방식의 투영노광장치를 간단히 설명한다.

슬릿스캔 노광방식의 투영장치는 투영광학계의 투영 배율을 β로 해서, 가늘고 긴 장방형, 원호형상 또는 6 각형 형상 등(이하, 슬릿형상 이라 한다.)의 조명 영역에 대해 소정의 주사방향으로 레티클을 속도 V 로 주사하고, 그 조명영역과 투영광학계에 관해서 공역인 노광영역에 대해 그 주사방향과 공역인 방향으로 웨이퍼를 속도 β·V 로 주사함으로써 레티클의 패턴이미지(像)를 순차적으로 웨이퍼상의 노광필드(쇼트 영역)에 전사 노광하는 것이다. 이와 같은 슬릿스캔 노광방식이 주목되고 있는 이유는 다음과 같다.

제 1 이유는 다음과 같다. 최근 날로 반도체 디바이스의 패턴의 미세화 및 디바이스 사이즈의 확대가 동시에 진행되고, 스텝 앤드 리피트 방식의 스텝퍼에 의해 패턴을 형성하려고 하면 거대한 투영광학계가 필요로 하게 되었다. 그 결과, 장치의 제조 코스트가 거액으로 됨과 동시에 장치 사이즈도 매우 큰 것으로 된다. 제품 코스트의 상승과 장치의 거대화는 실용성이 없다. 또 제 2 이유는 다음과 같다. 스텝 앤드 리피트 방식의 스텝퍼의 투영광학계의 투영이미지의 왜곡, 상면(像面)의 평탄도 및 비점수차 등이 디바이스 패턴의 미세화와 함께 한계에 가깝게 도달하고, 스텝퍼에 필요한 성능이 얻기 어렵게 되어 있다. 이에 관해서 슬릿스캔 노광방식에 있어서는, 투영광학계에 의한 투영영역내의 슬릿형상의 노광영역만을 사용해서 노광 하므로, 슬릿스캔 방식의 투영노광장치는 동일한 투영광학계를 사용한 스텝퍼에 비해 필드 사이즈가 $2^{1/2}$ 배까지 확대될 수 있다. 역으로 슬릿스캔 노광방식의 투영노광장치에서 스텝퍼와 동일한 필드 사이즈를 갖기 위해서는 슬릿스캔 방식의 투영노광장치는 필드 사이즈가 $1/2^{1/2}$ 배의 소형의 투영광학계를 사용할 수 있기 때문에, 렌즈 성능의 개선이 스텝퍼에 비해 용이하게 된다.

또, 슬릿스캔 방식에 주목하는 다른 이유는 다음과 같다. 투영광학계로서, 예를 들어 오목면 반사경을 갖는 반사굴절계를 사용하는 경우에는, 노광 필드 내에서 양호한 특성이 얻어지는 영역이 원호 형상의 좁은 영역에 한정된다. 그 때문에, 레티클의 패턴 전체를 웨이퍼상에 노광하기 위해서는 슬릿스캔 노광방식이 필요하게 된다.

일반적으로, 투영노광장치에 있어서는 웨이퍼에 도포된 포토 레지스트 등의감도에 의해 적정한 노광량 (노광 에너지)이 정해져 있다. 예를 들어, 스텝퍼에서는 노광광으로서 연속광을 사용하는 경우에는 노광광의 조사 시간에 의해 노광량 제어를 행하고 있었다. 또는, 펄스광을 사용하는 경우에는 조사하는 펄스수에 의해 노광량 제어를 행하고 있었다.

슬릿스캔 노광방식의 투영노광장치도 노광량 제어를 할 필요가 있다. 예를 들어, 노광광으로서 연속광을 사용하는 경우에는 슬릿 형상의 조명영역의 주사방향의 폭을 일정하게 해서, 레티클 및 웨이퍼의 주사속도 및 노광광의 감광율 등의 조정에 의해 웨이퍼상의 각 점에서의 노광량을 적정 노광량으로 제어하고 있었다.

발명이 이루고자 하는 기술적 과제

그러나, 이 슬릿스캔 노광방식의 투영노광장치에 있어서, 노광광의 광원으로서 엑시머 레이저 등의 펄스 광원을 사용하는 경우에는, 펄스광 마다의 에너지의 분산이 크기 때문에, 웨이퍼상의 각 점에 대해 노광되는 펄스수를 적게 하면서, 펄스 노광 마다의 에너지의 적산치를 적정 노광량에 대해 허용할 수 있는 편차의 범위내에 넣는 것이 종래는 곤란했었다.

본 발명은 슬릿스캔 노광방식의 투영노광장치에 있어서, 노광광으로서 펄스 발광 마다의 에너지의 편차가 큰 펄스 광원을 사용하는 경우에, 필요한 노광량 제어 정밀도를 얻을 수가 있도록 하는 것을 목적으로 한다.

발명의 구성 및 작용

이같은 목적을 달성하기 위해, 본 발명에서는 패턴이 형성된 마스크를 광원에서의 펄스광으로 조명하는 조명광학계와, 마스크를 얹어놓는 마스크 스테이지와, 감광기판을 얹어놓는 기판 스테이지와, 마스크 스테이지와 기판 스테이지를 동기시켜 주사하는 구동계를 갖고, 패턴을 감광기판상에 노광하는 노광장치에 있어서, 조명광학계에 의한 마스크상의 조명영역을 소정 형상으로 제한하기 위한 2개의 에지부를 갖는 조리개; 2개의 에지부의 일방 또는 양측의 에지부의 위치를 마스크의 주사방향에 관해 조정가능한 에지 위치조정부; 펄스광 마다의 에너지를 검출하는 노광에너지 검출수단; 노광에너지 검출수단으로부터의 정보에 의거해서 감광기판상의 노광영역을 상기 감광기판의 주사방향으로 소정의 간격으로 구분한 적산노광량 산출 구간 마다의 적산노광량을 산출하는 연산부; 미리 정해진 적산노광량과 산출된 적산노광량과의 차에 의해 에지 위치조정부를 제어하는 제어부를 구비하였다.

양호한 실시예의 설명

다음에, 본 발명에 의한 투영노광장치의 한 실시예에 대해 도면을 참조해서 설명을 한다. 본 실시예는 슬릿스캔 노광방식의 투영노광장치에 본 발명을 적용한 것이다.

도 1 은 본 실시예의 투영노광장치의 구성을 도시하고, 도 1 에 있어서, 엑시머 레이저광원(1)은 KrF 엑시머 레이저광(파장:248㎚)을 발생함과 동시에, 발진 스펙트럼의 폭을 협대화(狹帶化)하고, 스팩트럼의 중심을 일정치로 안정화하는 기구를 구비하고 있다. 엑시머 레이저광원(1)은 노광 제어계(10)로부터의 제어 지령에 의해 펄스 레이저광을 발생함과 동시에 펄스광 마다의 출력 에너지의 평균치를 지정된 레벨로 설정한다. 엑시머 레이저광원(1)에서 출력된 펄스 레이저광(IL)은 미러(2)에서 반사되어 빔 정형(整形) 광학계(3)에 입사된다. 빔 정형 광학계(3)에 의해 빔의 단면 형상이 가늘고 긴 장방형에서 정방형에 가까운 형으로 바꿔어진다.

빔 정형 광학계(3)에서 사출된 펄스 레이저광(IL)은 미러(4)에서 반사되어 빔 균일화 광학계(5)에 입사된다.

빔 균일화 광학계(5)는, 플라이 아이 렌즈나 진동 미러 등을 조합시킨 공지의 광학계로 구성되고, 입사하는 레이저광의 강도 분포를 균일하게 하는 동시에, 레이저광의 간섭 무늬(縞)에 의한 조도 얼룩을 평균화에 의해 지우는 기능을 갖고 있다. 빔 균일화 광학계(5)에서 사출된 펄스 레이저광은 반사율이 낮은 빔 스플리터(6)에 입사되고, 빔 스플리터(6)를 투과한 펄스 레이저광은 릴레이 렌즈(7)를 거쳐 1 쌍의 각각 평판 형상의 레티클 블라인드(8A 및 8B)에 균일한 강도로 입사된다.

또 도 1 의 지면에 수직인 방향으로도 각각 1 쌍의 평판 형상의 레티클 블라인드가 설치되어 있으나, 이 1 쌍의 레티클 블라인드에 대해서는 후술한다. 그들 2 장의 레티클 블라인드(8A, 8B)에 끼워진 슬릿 형상의 가늘고 긴 영역의 이미지가 릴레이 렌즈(11), 미러(12) 및 메인 콘덴서 렌즈(13)를 거쳐 레티클(R)상에 투영된다. 레티클 블라인드(8A, 8B)에 의해 레티클(R)상에 설정되는 슬릿 형상의 가늘고 긴 형상의 조명영역(27)의 길이방향은 도 1 의 지면에 수직인 방향이다. 그 조명영역(27)내의 레티클(R)의 패턴에 펄스 레이저광(IL)이 균일한 조도 분포로 조사된다.

이 경우, 레티클 블라인드(8A, 8B)에 끼워진 영역의 레티클(R)상으로의 투영은 1 이하의 투영 배율로 행하는 것이 바람직하다. 또한, 레티클(R)상에서 레티클 블라인드 (8A 및 8B)의 에지의 이미지에 소정의 흐림 폭을 부여하도록 레티클 블라인드(8A, 8B)의 배치면은 레티클(R)의 패턴 형성면(하면)의 공액면에서 소정량만큼 디포커스(defocus)되어 있다. 그 디포커스 량은 도시를 생략한 조정기구에 의해 변화한다. 또한, 레티클 블라인드(8A 및 8B)는 각각 구동부(

9A 및 9B)에 의해 조명광학계의 광축 방향으로 출입할 수 있도록 되어 있다. 즉, 레티클 블라인드(8A, 8B)는 광축과 거의 수직인 평면내에서 가동하고 있고 슬릿 형상의 세밀한 영역의 폭을 조정할 수 있다. 노광 제어계(10)가 구동부(9A 및 9B)의 동작을 제어한다.

또, 빔 스플리터(6)에서 반사된 광은 집광 렌즈(25)에 의해 광전 검출기(26)의 수광면에 모여져 광전변환된다. 광전 검출기(26)의 출력 신호는 노광 제어계(10)에 공급된다. 광전 검출기(26)의 출력 신호는 웨이퍼(W)상에 입사하는 펄스 레이저광 마다의 에너지에 비례한 값을 갖고 있기 때문에, 노광 제어계(10)에서는 그 광전 검출기(26)의 출력신호를 적산함으로써 웨이퍼(W)상에서의 적산노광량을 산출할 수 있다.

레티클(R)은 레티클 스테이지(14)상에 진공흡착 또는 다른 기계적 수단에 의해 고정된다. 레티클 스테이지(14)는 레티클 가이드(15) 상을 투영광학계(PL)의 광축(AX)에 수직이고 도 1 의 지면에 평행한 x 방향으로 1 차원적으로 주사된다. 레티클 스테이지(14)상의 일단에 이동 거울(16)이 고정되어 있다. 외부의 레티클측 레이저 간섭계(17)로부터의 레이저 빔이 이동거울(16)에서 반사되고, 이 반사광에 의거해서 레이저 간섭계(17)는 레티클 스테이지(14)의 X 방향의 위치를 상시 모니터하고 있다. 레이저 간섭계(17)에서 검출된 좌표 위치는 스테이지 제어계(l8)에 공급된다. 스테이지 제어계(18)는 레티클 스테이지(14)의 주사속도 및 주사의 타이밍을 제어한다. 상술한 레티클 블라인드(8A, 8B)는 레티클(R)의 주사방향으로 수직인 에지의 이미지를 만드는 레티클 블라인드이다. 즉 레티클 블라인드(8A, 8B)는 레티클(R)의 주사방향으로 수직인 방향에 대응하는 방향으로 연장된 직선 형상의 에지를 갖는다.

레티클(R)상의 조명영역(27)내의 패턴의 이미지는 투영광학계(PL)를 거쳐 웨이퍼(W)상의 노광필드(쇼트 영역)내에 투영된다. 슬릿 형상의 조명영역(27)과 투영광학계(PL)에 대해 공액인 웨이퍼(W)상의 영역이 슬릿 형상의 노광영역(28)이다.

웨이퍼(W)는 웨이퍼 홀더(19)상에 진공 흡착 등으로 고정되어 있다. 웨이퍼 홀더(19)는 웨이퍼(W)를 투영광학계(PL)의 광측에 평행한 z 방향으로 위치 결정하는 Z 스테이지(20)상에 얹어놓여 있다. Z 스테이지(20)는 웨이퍼(W)를 투영광학계(PL)의 광축에 수직인 2차원 평면(그 평면의 좌표계를 x축 및 y축으로 함)내에서 위치 결정되는 XY 스테이지(21)상에 얹어놓여 있다. XY 스테이지(21)는슬릿스캔 노광시에 웨이퍼(W)를 x 방향으로 주사하고, Z 스테이지(20)는 웨이퍼(W)의 포커싱을 행한다. 또한, 도시 생략하나, 웨이퍼(W)의 경사각을 조정하는 레벨렝 스테이지 및 웨이퍼(W)의 표면의 z 방향의 위치(포커스 위치)나 경사각을 계측하기 위한 센서가 설치되어 있다. 또 레티클(R)과 웨이퍼(W)와의 위치관계를 검출하는 얼라이멘트 센서도 존재하나, 본 실시예의 설명과는 그다지 관계가 없기 때문에 도시생략한다.

또, Z 스테이지(20)상의 일단에 이동거울(22)이 고정되어 있다. 외부의 웨이퍼측 레이저 간섭계(23)로부터의 레이저 빔이 이동거울(22)에서 반사되고 이 반사광에 의거해서 레이저 간섭계(23)는 Z 스테이지(20)(웨이퍼 W)의 x 방향 및 y 방향의 위치를 상시 모니터하고 있다. 레이저 간섭계(23)에서 검출된 좌표 위치는 스테이지 제어계(18)에 공급된다. 스테이지 제어계(18)는 XY스테이지(21)의 주사속도 및 주사의 타이밍을 제어한다. 또한, 장치 전체의 동작을 제어하는 주제어계(24)가 노광 제어계(10) 및 스테이지 제어계(18)의 동작을 제어한다.

슬릿스캔 노광방식으로 레티클(R)상의 패턴이미지를 순차적으로 웨이퍼(W)상의 감광재에 투영하기 위해서는, 투영광학계(PL)의 투영배율을 β로 해서 (β는 예를 들어 1/4), 레티클 스테이지(14)를 x 방향을 따른 DR 방향으로 속도 V로 등속주사하는 것과 동기시켜 웨이퍼(W)가 얹어 놓여진 Z 스테이지(20)를 (즉, XY 스테이지(21)를) -x 방향을 따른 DW 방향으로 β·V 로 주사한다. 또한, 레티클(R)을 -x 방향으로 주사할 때 웨이퍼(W)는 x 방향으로 주사된다. 이와 같이 레티클(R)과 웨이퍼(W)를 반대 방향으로 완전히 동기시켜 각각 등속으로 주사하면서 엑시머 레이저광원(

1)을 일정 시간 간격으로 발광시키면, 웨이퍼(W)상의 감광재에 레티클(R)의 패턴 이미지가 차츰 투영된다.

레티클 스테이지(14) 및 웨이퍼측의 Z 스테이지(20)의 동기된 정속주사(定速走査)를 가능하게 하기 위해, 레이저 간섭계(17 및 23)의 계측 데이터가 사용된다. 또 각각의 스테이지로서는 예를 들어 리니어 모터 구동과 에어 가이드와의 조합과 같은 정속주사가 용이한 기구가 사용되고 있다. 레티클 스테이지(14)와 웨이퍼 측의 XY 스테이지(21)와는 주제어계(24)에서 발생되어 스테이지 제어계(18)를 거친 제어신호에 의해 각각 위치 및 속도가 제어된다. 또한, 노광 제어계(10)는 광전검출기(26)의 검출신호를 적산하여 주제어계(24)의 지시에 의해 엑시머 레이저광원(1)에 펄스 출력의 트리거 및 평균 펄스 에너지의 설정치를 공급하는 연산에 의해 산출된 위치(상세히 후술)에 설정한다.

다음에서는, 슬릿스캔 노광방식으로 노광할 때, 레티클(R)을 조명영역(27)에 대해 DR 방향 (x 방향)으로 주사하고, 웨이퍼(W)를 DW 방향(-x 방향)으로 주사하는 것으로서 설명한다. 이 경우, 본 예에서는 노광중에 하측의 레티클 블라인드(8B)의 위치를 광축에 수직인 a 방향으로 소정의 범위내에서 이동시킨다. 이에 의해 레티클(R)상의 조명영역(27)에 있어서, 주사방향의 후측의 에지부가 x방향을 따른 b 방향으로 이동한다. 웨이퍼(W)상의 노광영역(28)에 있어서는, 웨이퍼(W)의 주사방향(DW 방향)의 후측의 에지부가 x 방향으로 △x만큼 이동한다. 이와 같은 노광영역(28)의 주사방향의 후측의 에지부의 이동에 의해, 적은 펄스수로 웨이퍼(W)상의 적산노광량을 목표 노광량으로 설정한다. 또, 본예에서는 웨이퍼(W)가 x 방향으로 간격 d만큼 이동할 때마다 엑시머 레이저광원(1)의 펄스 발광이 행해지도록 펄스 발광의 주기를 설정한다.

도 2a 는 웨이퍼상에서 주사방향을 x 방향으로 한 경우의 어떤 시점에서의 위치 x 에 있어서의 적산노광량 분포 E(x)의 일례를 표시하고, 적산노광량 분포 E(x)가 도 2a 일 때의 웨이퍼상의 주사방향의 위치 x 에 있어서의 슬릿 형상의 노광영역의 노광량 분포 I(x)의 일례를 도 2b 에 도시한다. 도 2a 및 도 2b 에서는 편의상 웨이퍼가 정지하고 있어서, 그 위를 x축의 양의 방향으로 도 1 의 슬릿 형상의 노광영역(28)이 이동해가는 것으로 나타내고 있다. 도 2b 에 있어서, 노광량 분포 I(x)는 주사방향으로 사다리꼴(台)형상을 하고 있고, X21≤X<X22의 구간에서 I21(x) 과 같이 상승하고 X22≤X<X23의 구간에서 I22(X)과 같이 일정치(Ao)를 취하고, X23≤X<X24의 구간에서 I23(X)와 같이 하강한다. 사다리꼴 형상의 양쪽의 폭(W1및 W3)의 경사부의 사이에 폭 W2의 평탄한 부분이 있다. 슬릿 형상의 노광영역이 x 축상의 값이 적은 위치에서 순차적으로 양의 방향으로 주사되어, 노광량 분포 I(X)가 도 2b 와 같은 상태일 때에, 적산노광량 분포 E(X)는 도 2a 와 같이 되어 있다.

도 2a 에 있어서, X<X21의 부분에서는 노광이 종료되고, 적산노광량은 이상적으로는 일정치(Eo)로 되고, X21≤X<X22의 구간에서는 E2l(X)와 같이 되고, X22≤X<X24의 구간에서는 E22(X)와 같이 되고, X23≤X<X24의 구간에서는 E23(X)로 표시된다. 노광이 일정한 주사 속도로 행해지고, 각 펄스 발광마다의 노광 에너지(펄스 에너지)가 일정 시간마다 일정한 값으로 설정되는 경우에는, 도 2a 분포 함수 E21(X), E22(X) 및 E23(X) 와 같이 이상적인 적산노광량이 얻어질 수 있고, 노광이 종료한 영역에서의 적산노광량은 목표 노광량(Eo)으로 된다. 그러나, 실제로 광원으로서 엑시머 레이저광원을 사용하는 경우에는, 펄스 에너지가 펄스마다 흩어지고 적산 펄스수를 적게 한 노광에서는 소정의 적산노광량이 얻어지지 않는다.

구체적으로는, 도 2b 에 있어서, 어떤 펄스 발광에서는 노광량 분포가 $I_{21}(X)$, $I_{22}(X)$, $I_{23}(X)$과 같이 되어 평탄한 부분이 이상적인 노광량(Ao) 으로 되어도 다음의 펄스 발광에서는 평탄한 부분의 노광량이 Ao와 달라지게 된다. 예를 들어, 펄스 에너지의 편차가 ±7%였던 경우, 웨이퍼상의 각 노광점에 대한 적산펄스수를 50 펄스 이상으로 하지 않으면, 노광량 제어 정밀도를 ±1% 이내로 할 수는 없다. 그 때문에, 레지스트 감도를 높게 하거나, 광원의 펄스 에너지 또는 광학계에서의 광의 전달효율을 개선함으로써, 웨이퍼의 노광면에서의 펄스마다의 노광 에너지 밀도를 높여도, 펄스수에 하한이 있으므로, 노광시의 레티클 및 웨이퍼의 주사속도를 높일 수가 없다.

한편, 주사속도를 일정하게 한 경우에, 엑시머 레이저광원의 유지비용을 낮추기 위해서 노광 펄스수를 줄일려고 해도, 펄스수에 하한이 있는 경우에는 펄스수를 감소시킬 수가 없다.

$X_{21} \leq X < X22$의 범위 위인 노광량 I(X)의 상승 영역에 있어서는, 적산노광량 E(X) 는 E21(X) 와 같이 되어 곡선과 같이 보이나, 자세히 보면 매끄러운 곡선은 아니다.

도 3 은 위치 X가 도 2a의 위치 X_{21} 의 부근에서의 적산노광량 E(X)의 상세한 분포를 도시하고 있고, -X 방향으로 간격(d)만이 웨이퍼측의 XY 스테이지(21)가 이동할 때(즉 X 방향으로 노광영역(28)이 간격(d) 만큼 이동함)마다 펄스 노광이 행해지므로 간격(d) 마다 적산노광량 E(X)의 분포가 구부러진다. 구체적으로, 적산노광량 E(X)은 위치 X_{21} 까지는 E_{K-1} (X)이고 위치 X_{21} 에서 간격 (d)만큼 변화할 때마다 E_K(X), E_{K+1} (X), E_{K+2} (X), ...와 같이 변화한다.

도 4 는 웨이퍼(W)상에서의 노광영역(28)의 이동 모양을 도시하고, 도 4 에 있어서, 1개의 노광필드(EA)내에는, 보통 최소한 1개의 LSI가 포함된다. 웨이퍼(W)가 정지한 좌표계에서는, 슬릿 스캔 노광시에 노광영역(28)은 X축의 양의 방향으로 진행하므로, 노광필드(EA)내에서 최초로 노광영역(28)에 의한 노광이 종료된 영역을 제 1 의 적산노광량 산출구간(S_1)으로 한다. 이 경우, 노광영역(28)이 X 방향으로 간격(d)씩 이동할 때마다 펄스 발광이 행해지기 때문에, 제 1 의 적산노광량 산출구간(S_1)에서 노광영역(28)을 거의 간격(d)마다 구간을 나눈 적산노광량 산출구간(S_2, S_3, S_4, ...)의 순으로 차츰 노광이 종료된다.

슬릿 형상의 노광영역(28)의 주사방향의 폭을 간격(d)의 M배(M은 예를 들면 20 정도의 정수)로 하면, 노광영역(28)은 어떤 펄스 발광의 시점에는 거의 M개의 적산노광량 산출구간(S_{i-M} S_{i-1})의 노광 구간에 걸쳐 있고, 다음의 펄스 발광의 시점에는 거의 적산노광량 산출구간(S_{i-M+1} S_i)의 노광 구간(32)에 걸쳐진다.

노광후는 노광필드(EA)내의 적산노광량 분포를 가급적 균일하게 하지만, 그러기 위해서 도 1 의 레티클 블라인드(8A, 8B)에 의한 노광영역(28)에서는, 노광필드(EA)로부터 주사방향으로 넓은 영역을 조명하고, 도 1 의 레티클(R) 상에 배치한 레티클(R)과 동기시켜 이동하는 차광판(도시생략)에 의해, 레티클(R) 상의 전사 대상으로 하는 회로 패턴 이외의 영역을 차폐하도록 하여도 좋다. 즉, 레티클 블라인드(8A, 8B)와는 별도의 레티클 블라인드에서, 노광영역(28)에 의한 노광부를 제한하도록 하여도 좋다. 별도의 레티클 블라인드의 형태로서는, 레티클(R)의 상면 또는 하면에 근접하게 설치하는 근접 블라인드(proximity blind)나 렌즈계에서 투영하는 투영형 블라인드가 고려된다. 투영형 블라인드의 경우는 레티클블라인드(8A, 8B)의 근방에 설치되고 레티클(R)의 패턴 형성면에 대해서 엄밀하게 공액인 면에 설정된다. 레티클 블라인드(8A, 8B)는 이 공액 관계에서 조금 어긋나게 해서, 레티클(R)의 패턴 형성면에서의 투영이미지가 흐려지는 위치에 배치된다. 본 예에서는 주사 노광중에 있어서, 노광이 시작되는 쪽(주사방향의 앞쪽)의 노광영역(28)의 에지부(28a)에 대응하는 레티클 블라인드(8A)의 위치는 주사중에 움직이지 않지만, 노광이 종료하는 쪽(주사방향의 뒤쪽)의 노광영역(28)의 에지부(28b)에 대응하는 레티클 블라인드(8B)는 펄스마다 위치를 바꾸고, 이에 의해 노광후의 웨이퍼(W) 상의 주사방향의 적산노광량을 균일화한다.

다음에, 본 실시예에 의한 노광량 제어의 동작의 일례를 도 7 의 플로우챠트를 사용해서 설명한다. 웨이퍼(W) 상의 1개의 노광필드(EA)에 슬릿스캔 노광방식으로 레티클(R)의 패턴이미지를 노광하는 방법은 다음과 같다. 먼저, 도 7 의 스텝(101)에 있어서, 도 1 의 레티클 스테이지(14) 및 웨이퍼쪽의 XY 스테이지(21)의 위치를 각각 소정의 노광영역에 대응한 위치에 대해 주사의 조주(助走) 분만큼 분리된 위치에 설정한다. 그리고 레티클 스테이지(14) 및 XY 스테이지(21)의 조주 주사를 시작한다. 그후, 스텝(102)에서 엑시머 레이저광원(1)의 펄스 발광을 개시시키고, 펄스 에너지를 안정시켜서 스텝 (103) 에서 펄스 발광 마다의 펄스 에너지의 평균치를 목표로 하는 펄스 에너지에 설정한다.

이 경우에, 엑시머 레이저광원(1)의 펄스에 에너지 출력을 일정치로 설정하도록 하는 것만으로도 좋고 레이저광의 파워를 감광 필터에 의해 감쇄시켜 펄스 에너지의 평균치를 소정의 값으로 설정해도 좋다. 이 펄스 에너지의 설정치는 웨이퍼(W) 상의 일점을 노광할때의 목표 펄스수(Mo)와, 웨이퍼(W) 상의 감광재로의 목표 적산 노광 에너지의 밀도를 레이저의 펄스 에너지의 적산노광량으로 환산한 값(Eo)을 사용해서, Eo/Mo 에 의해 구해진다.

그후 스탭 (104)에서 웨이퍼쪽의 XY 스테이지(21)와 레티클 스테이지(14)가 소정의 위치 관계에서 각각 안정된 주사속도로 동기시켜 주사되도록 된다. 이 경우, 본예의 노광 제어계(10)는 제 4도에 도시한 웨이퍼(W) 상의 노광필드(EA)를 펄스 발광마다 노광영역(28)이 상대적으로 이동하는 간격(d)로 주사방향으로 분할한 적산노광량 산출 구간(S_1 S_Q)에 대응한 어드레스를 갖는 메모리를 구비하고 있다.

상기 메모리에는 j 번째의 적산노광량 산출구간 S_j(j=1 Q)마다 각각 적산노광량 E(j)이 기억된다. 적산노광량 E(j)은 엄밀하게는 하나의 구간으로 일정치는 않지만 그 구간의 중앙부의 값, 단부의 값 또는 평균치 등을 대표치로서 사용한다. 또한 상기 메모리에는 j 번째의 적산노광량 산출 구간(S_j)의 노광이 끝날때의 레티클 블라인드(8B)의 목표 위치 a(j)를 기억할 수 있는 만큼의 용량도 있다. 이들 적산노광량 산출 구간의 수(Q)는 도 4 의 노광필드(EA)의 주사방향의 길이(L1)와 1 펄스당 주사되는 간격(d)을 사용해서 다음식에 의해 표시된다. 단, [A]는 수 A를 초과하지 않는 최대의 정수를 나타낸다.

[수학식 1]

$$Q = [L_1/d]+1$$

또한, 이미 노광이 끝난 적산노광량 산출구간의 데이타를 버리도록 하면, 실제로 필요한 적산노광량 산출구간은 노광영역(28)내에 포함되어 있는 구간이기 때문에, 노광 제어계(10)내의 메모리에서 기억해야 할 적산노광량 산출구간의 개수(Q)는 도 4 의 노광영역(28)의 주사방향의 폭을 L_2로 하여 다음식이라도 좋다.

[수학식 2]

$$Q = [L_2/d]+1$$

본 실시예에서는 수학식 1 에 따라서 Q 를 구하는 것으로 한다. 레티클 블라인드(8B)의 목표위치 a(j)는 표준치로부터의 편차이고, 초기에는 표준치로 설정하므로, 스텝(105)에 있어서, 펄스수 카운터중의 변수(i)를 리셋트(i=0)함과 동시에 모든 목표위치 a(j)를 0 으로 한다. 동시에 모든 적산노광량 E(j)의 초기 치도 O 으로 한다.(j=1 Q). 다음에 스텝(106)에서 도 4 의 노광영역(28)이 웨이퍼(W) 상의 노광필드(EA)내에 들어간다.

거기에서, 스텝(107)에서, 직전의 펄스 발광 위치에서 웨이퍼(W)가 X 방향으로 간격 (d)만큼 이동한 시점에서 1 펄스의 발광을 행한다. 그리고 도 1 의 광전검출기(26)의 광전변환신호를 노광 제어계(10)에 공급하고, 노광 제어계(10)에서는 그 광전 변환 신호로부터 펄스 에너지 P_i를 산출한다. 그 다음의 스텝(108)에서는 펄스수 카운터에서 변수(i)의 값을 하나 증가시킨다.

그리고, 스텝(109)에서는 변수(i)가 상한치(Q)로 되어 있는가 어떤가를 판단하여 상한치(Q)로 되어 있지 아니하면, 스텝(11O)으로 진행하고 상한치(Q)로 되어 있으면 스텝(117)으로 진행한다. 스텝(110)에서는 i 번째 까지의 웨이퍼(W) 상의 적산노광량 산출 구간(S_1 S_i)에 대한 적산노광량 E(j)를 계산한다. 여기에서 1 펄스 분의 노광에 있어서, 노광영역(28)의 주사방향의 노광량 분포에 대응하는 정수의 세트 A(k)를 도입한다. 정수의 세트로는 사다리꼴 형상의 형을 d 간격마다 이산적으로 표현한 것이다. 정수의 세트 A(k) (k=1, 2, 3, ..., M)는 도 6 의 곡선 35 내지 37 에 도시한 바와 같이 사다리꼴 형상을 하고, 그 폭은 M 이며, 이것이 1 펄스 노광에서의 노광영역(28)의 주사방향의 폭에 해당한다. 이 정수의 세트 A(k)는 노광영역(28)내의 조도 분프를 미리 측정해두고 설정할 수도 있고, 웨이퍼(W)와 동일면 또는 공액인 면에 강도 분포의 모니터를 설치하여 그 출력에서 얻을 수도 있다. 1 펄스 노광에 있어서의 실제의 노광량 분포는 펄스 에너지(P_i)에 비례하므로, $P_i \cdot A(i+j-1)$로 표시되고, 적산노광량 E(j)은 그 이전의 적산노광량에 이 값을 더한 값으로 된다. 여기에서 A(i+j-1)는 노광 영역(28)이 i번째의 위치에 있을 때의 태형상의 강도 분포를 웨이퍼상에서 표시한 것과 등가로 된다(j=1 Q).

다음의 스텝(111)에서는, 주사방향의 뒤쪽의 레티클 블라인드(8B)의 위치를위치 a(i+1)로 설정하도록 노광 제어계(10)로부터 구동부(9B)에 지령을 내고, 다음의 펄스 발광까지의 레티클 블라인드(8B)의 이동을 완료시킨다. 레티클 블라인드(8B)는 펄스발광과 다음의 펄스 발광과의 사이에 이동하지 아니하면 않되므로, 피조(piezo) 소자 또는 모터 등의 구동부와 리니어 엔코더 등의 위치 센서를 사용해서 고속으로 구동된다.

다음의 스텝(112)에서는, 펄스수 카운터의 변수(i)가 $(M-m_2)$ 보다 적은가 어떤가가 판단된다. 여기에서, 수 m_1과 m_2에 대해서 설명을 한다. 도 5 는 적산노광량 E(j)을 표시하고, 도 5 에 있어서, 웨이퍼(W) 상의 i 번째의 적산노광량 산출구간(S_i)의 i 번째의 노광이 행해질 때, 1 펄스분의 노광폭에 대응한 수 M 만큼 앞의 (i-M) 번째의 적산노광량 산출구간 이전의 구간에서는 적산 노광이 종료되어 있다. 또 노광이 시작되고, 아직 노광이 종료되지 않은 적산 광량 산출 구간은 (i-M) 번째에서 i 번째까지 이고, 적산노광량 E(j)은 절선(34)으로 도시하는 바와 같이 우로 내려가도록 되어 있다.

노광이 종료하는 (i-M)번째의 적산노광량 산출구간으로부터 우측의 구간에서, 노광이 종료하는 구간을 기준으로 하여 m_1번째로부터 m_2번째의 적산노광량 $E(i-M+m_1)$, $E(i-M+m_1+1)+....$, $E(i-M+m_2)$이 목표로 하는 적산노광량(α_0)에서 얼마만큼 떨어져 있는가에 의해 레티클 블라인드(8B)의 위치 a(i+1)를 결정한다.

다시, 도 7 의 흐름도로 돌아가서 설명한다. 스텝(112)에서, $(i < M-m2)$의 경우는, 적산 펄스수가 아직 적고, 레티클 블라인드(8B)의 위치 a(i+1)를 초기치에서 바꾸지 아니하는 것을 의미하고 있고, 스텝(115)으로 진행한다. 한편 스텝(112)에서$(M-m2 \leq i)$로 판단된 경우, 적산노광량에 따라 레티클 블라인드(8B)의 위치 a(i+1)를 초기치로부터 변경하는 만큼 펄스수가 겹친 것을 의미하고 스텝(113)으로 진행한다.

스텝(113)에서는, $(i-M+m_1)$번째에서 $(i-M+m_2)$번째의 적산노광량 산출구간의 평균의 적산노광량을 평균한 값을 구해서 σ 로 하고, 이것과 목표치(α_0)와의 차에 비례 정수 K 를 곱한 값으로부터 레티클 블라인드(8B)의 목표 위치 a(i+m1)를 계산한다. 즉, 다음의 수학식 3 이 성립한다.

[수학식 3]

$$a(i+m_1) = K(\alpha - \alpha_0)$$

이 비례정수 K 는 노광 얼룩이 최소로 되도록 계산 또는 경험에 의해 정해진다. 이에 의해 예를 들어 도 2b 에 있어서, 그 전의 펄스 발광의 평탄부의 노광량이 레벨 A_1으로 저하해서 도 2a 의 적산노광량이 곡선(31A)으로 표시하는 바와 같이 설계치보다도 저하하고 있는 경우에는 다음의 펄스 발광까지 레티클 블라인드(8B)를 이동시켜, 도 2b 에 있어서, 펄스 발광마다 노광량 분포의 주사방향의 뒤쪽의 에지를 aA 방향으로 열어서 노광을 한다. 역으로 그전의 펄스 발광의 평탄부의 노광량이 레벨 A_2로 상승해서 도 2a 의 적산노광량이 곡선(31B)으로 도시하는 바와 같이 설계치보다도 상승하고 있는 경우에는 다음의 펄스 발광까지 레티클 블라인드(8B)를 이동시키고, 도 2b 에 있어서 펄스 발광마다의 노광량 분포의 주사방향의 뒤쪽의 에지를 aB 방향으로 닫은 상태로 노광을 한다. 이에 의해 펄스 에너지가 분산되어도, 적산노광량이 균일화된다.

다음의 스텝(115)에서는, 펄스 발광의 시간 간격만큼 시간이 경과하였는가 어떤가를 판단하여 경과하였으면 스텝(107)로 되돌아 간다. 경과하지 아니하였으면, 스텝(116)에서 시간 대기를 하여 스텝(115)으로 되돌아간다.

한편, 스텝(109)에서 (i=Q)로 된 경우, 스텝(117)로 진행하지만, 스텝(117)에서는 노광 제어계(10)로부터 주제어계(24)를 거쳐서 스테이지 제어계(18)에 지령을 보내, 웨이퍼측의 Z 스테이지(20)와 레티클 스테이지(14)와의 동작을 정지시킨다. 그것에 이어지는 스텝(118)에서는 웨이퍼(W) 상의 하나의 노광필드 분의 주사 노광이 종료되고, 적산노광량의 각 값은 노광 제어계(10)에서 주제어계(24)로 보내져서 기억되며, 목표로 하는 적산노광량에 대한 차이가 산출되고, 필요로 하는 제어정도 또는 균일성을 넘는 경우는 경고 또는 에러의 출력을 투영노광장치의 표시부에 출력한다. 하나의 노광필드 몫의 노광이 종료하면 다음의 노광필드로의 노광을 행해야 할 다음의 동작이 시작된다.

이상의 실시예에 있어서는, 슬릿스캔 노광방식의 주사를 하나의 방향만으로 하였으나, 역으로 향한 주사도 행한다. 그 경우는 레티클 블라인드(8B)는 표준 위치에 고정한 채로 다른 편의 레티클 블라인드(8A)의 위치를 제어한다. 또 이상의 실시예에 있어서, 도 4 의 노광필드(EA)의 단부의 경계부에서는, 레티클 블라인드(8A, 8B)와는 별도의 레티클 블라인드에서 노광 대상으로 하는 패턴 이외의 영역을 피복하는 것으로 하였다. 그 밖에, 레티클 블라인드(8A 또는 8B)

를 노광필드(EA)의 경계부에서 레티클의 주사와 동기시키고, 레티클의 주사방향과 반대 방향으로 레티클의 주사 속도와 같은 속도로 이동시키면, 웨이퍼(W) 상에서는 레티클블라인드(8A 또는 8B)의 이미지가 정지하므로, 이것을 갖고 노광영역을 제한해도 좋다.

이상의 실시예의 설명에 있어서는 주사방향으로 수직인 에지의 그림자를 만드는 레티클 블라인드(8A, 8B)만에 대해 기술하였으나, 주사방향으로 평행한 에지의 그림자를 만드는 레티클 블라인드가 있는 편이 바람직하다. 그러나 후자의 레티클 블라인드는 펄스 발광마다 이동할 필요가 없고, 웨티퍼상의 노광필드의 주사방향과 직교하는 방향의 폭이나 위치를 바꾼 경우에만 위치가 조정되면 된다.

따라서, 그들 주사방향으로 평행한 에지의 그림자를 만들기 위한 레티클 블라인드의 위치는 도 1 의 레티클 블라인드(8A, 8B)의 부근에서, 레티클(R)의 패턴 형성면에 대해서 공액인 위치에 설정하는 것이 바람직하다. 이와 같은 레티클 블라인드를 사용함으로써 레티클(R)의 패턴 형성면에 대해서 공액인 위치에 설정하는 것이 바람직하다. 이와 같은 레티클 블라인드를 사용함으로써 레티클(R)의 노광 영역 주변의 차광대 폭을 좁게 하여 레티클(R)의 차광대의 제작이 용이하게 된다.

또, 이상의 실시예에 있어서는, 레티클 블라인드(8A, 8B)는 투영형으로 하였으나, 예를 들어 레티클(R)의 위면 또는 아래면에 근접하게 배치한 가동(可動)의 차광판으로 이루어지는 프록시티형의 레티클 블라인드를 그들 투영형의 레티클 블라인드 대신 사용해도 좋다.

또 본 발명은 에너지 변동이 있는 펄스 광원을 사용한 슬릿스캔 노광방식의노광장치에 대해서 적용하면 최고의 효과를 발휘하지만, 수은램프와 같은 연속 발광형이라도, 강도 변동이 큰 광원이 있는 경우에는, 그와 같은 연속 발광형의 광원을 사용한 슬릿스캔 노광방식의 투영노광장치에도 본 발명을 똑같이 적용할 수가 있다. 이 경우, 일정 펄스 간격이란 파라미터는 없어지고, 일정한 시간마다의 주사폭으로 구분된 노광 구간에서 도 4 의 펄스 마다의 적산노광량 산출구간 (S_1 , S_2 .....)을 바꾸어 놓으면 좋다.

또, 펄스 광원을 사용한 상기 실시예에 있어서, 펄스 마다 진행하는 노광영역마다의 적산노광량 산출구간에 대응한 적산노광량의 메모리를 갖는 것으로 하였으나, 복수의 펄스에 대응하는 구간에 대해서 적산노광량을 설정하도록 하여도 좋다. 이와 같이, 본 발명은 상술하는 실시예에 한정되지 않고 본 발명의 요지를 이탈하지 않는 범위에서 각종의 구성을 취할 수 있는 것은 물론이다.

발명의 효과

본 실시예에 의하면, 슬릿스캔 노광방식의 투영노광장치에 있어서, 노광영역을 제한하는 가변시야 조리개의 주사방향에 대응하는 방향의 위치를 노광중의 적산노광량에 의거해서 제어하도록 하고 있기 때문에, 적은 펄스수로 적산노광량의 제어 정밀도를 높일 수가 있다.

또, 가변 시야 조리개를 통해 소정 형상의 조명영역의 마스크의 주사방향에 대해서 뒤쪽의 에지부의 위치를 노광중에 변화시키는 경우에는 제어가 용이하다.

(57) 청구의 범위

청구항 1.

패턴이 형성된 마스크를 광원으로부터의 펄스광으로 조명하는 조명광학계, 상기 마스크를 얹어놓는 마스크 스테이지, 상기 감광기판을 얹어놓는 기판 스테이지 및, 상기 마스크 스테이지와 상기 기판 스테이지를 동기시켜 주사하는 구동계를 갖고, 상기 패턴을 상기 감광기관상에 노광하는 노광장치에 있어서, 상기 조명광학계에 의한 상기 마스크상의 조명

영역을 소정 형상으로 제한하기 위한 2 개의 에지부를 갖는 조리개; 상기 2 개의 에지부의 일방 또는 양측의 에지부의 위치를 상기 마스크의 주사방향에 대해 조정가능한 에지 위치조정부; 상기 펄스광 마다의 에너지를 검출하는 노광 에너지 검출수단; 상기 노광 에너지 검출수단으로부터의 정보에 의거해서, 상기 감광기판상의 노광영역을 상기 감광기판의 주사방향으로 소정의 간격으로 구분한 적산노광량 산출 구간마다의 적산노광량을 산출하는 연산부; 미리 정해진 적산노광량과 상기 산출된 적산노광량과의 차에 따라 상기 에지 위치조정부를 제어하는 제어부를 구비하는 것을 특징으로 하는 노광장치.

청구항 2.

제 1 항에 있어서, 상기 에지부는 상기 마스크의 주사방향으로 거의 수직인 에지 이미지를 상기 마스크 위에 형성하는 것을 특징으로 하는 노광장치.

청구항 3.

제 1 항에 있어서, 상기 제어부는 상기 미리 정해진 적산노광량과 상기 산출된 적산노광량과의 차에 따라 상기 마스크의 주사방향에 대해 후측의 에지부의 위치를 변화시키도록 상기 에지 위치조정부를 제어하는 것을 특징으로 하는 노광장치.

청구항 4.

패턴이 형성된 마스크를 광원으로부터의 펄스광으로 조명하고, 상기 마스크와 감광기판을 동기시켜 주사하면서 상기 패턴을 상기 감광기판상에 노광하는 노광방법에 있어서, 상기 감광기판상의 노광영역을 상기 감광기판의 주사방향으로 소정 간격으로 구분한 적산노광량 산출구간 마다의 적산노광량을 산출하는 제 1 단계; 상기 마스크상의 조명영역을 소정 형상으로 제한하기 위한 조리개의 2 개의 에지부의 일방 또는 양측의 에지부의 위치를 상기 마스크의 주사방향에 대해 조정하는 제 2 단계를 구비하며, 상기 제 2 단계는 미리 정해진 적산노광량과 상기 산출된 적산노광량과의 차에 따라 상기 에지 위치를 조정하는 것을 특징으로 하는 노광방법.

청구항 5.

노광빔에 대하여 마스크와 기판을 이동시킴으로써, 상기 마스크의 패턴을 이용하여 상기 기판을 주사노광하는 투영노광장치에 있어서, 상기 기판상에 조사되는 상기 노광빔의 조사영역을 설정하는 설정수단; 상기 기판을 상기 노광빔으로 노광하기 위해, 상기 노광빔에 대하여 상기 기판을 소정방향으로 이동시키는 이동수단; 상기 노광빔의 에너지정보를 검출하는 검출수단; 상기 노광빔에 대한 상기 기판의 이동중에, 상기 검출수단으로 검출되는 에너지정보에 근거하여 상기 설정수단을 제어하는 제어수단을 구비하는 것을 특징으로 하는 투영노광장치.

청구항 6.

제 5 항에 있어서, 상기 제어수단은, 상기 주사노광후의 상기 기판의 적산 노광에너지를 균일화하기 위해, 상기 검출수단으로 검출되는 에너지정보에 근거하여 상기 설정수단을 제어하는 것을 특징으로 하는 투영노광장치.

청구항 7.

제 5 항에 있어서, 상기 설정수단은, 상기 소정방향에 대해 상기 조사영역의 에지를 규정하는 시야 조리개 부재를 추가로 구비하고, 상기 제어수단은, 상기 에너지정보에 근거하여 상기 시야 조리개 부재를 이동시키는 것을 특징으로 하는 투영노광장치.

청구항 8.

제 7 항에 있어서, 상기 시야 조리개 부재는, 상기 마스크의 패턴면의 공액면에서 소정량만 어긋나 배치되는 것을 특징으로 하는 투영노광장치.

청구항 9.

제 5 항에 있어서, 상기 노광빔을 펄스발진하는 빔원을 추가로 구비하고, 상기 검출수단은 펄스발진마다 노광빔의 에너지정보의 검출을 실시하는 것을 특징으로 하는 투영노광장치.

청구항 10.

제 9 항에 있어서, 상기 제어수단은, 상기 검출수단으로 검출되는 에너지정보의 적산을 실시하고, 상기 적산된 에너지정보에 근거하여, 상기 설정수단의 제어를 실시하는 것을 특징으로 하는 투영노광장치.

청구항 11.

제 10 항에 있어서, 상기 제어수단은, 상기 소정방향을 따라 규정된 복수의 부분영역마다, 상기 검출수단의 검출결과에 근거하여 적산 노광에너지를 산출하고, 그 산출결과에 근거하여 상기 설정수단을 제어하는 것을 특징으로 하는 투영노광장치.

청구항 12.

제 11 항에 있어서, 상기 복수의 부분영역은, 상기 빔원의 펄스발진마다의 상기 기판의 이동거리에 근거하여 규정되는 것을 특징으로 하는 투영노광장치.

청구항 13.

제 11 항에 있어서, 상기 복수의 부분영역은, 상기 노광빔의 조사영역내에 정수개만 규정되는 것을 특징으로 하는 투영노광장치.

청구항 14.

제 11 항에 있어서, 상기 제어수단은, 상기 복수의 부분영역의 각각에 대응하는 적산에너지를 기억하기 위한 메모리수단을 구비하는 것을 특징으로 하는 투영노광장치.

청구항 15.

제 5 항 기재의 장치를 이용하는 소자제조방법.

청구항 16.

노광빔에 대하여 기판을 소정방향으로 이동시킴으로써 상기 기판을 주사노광하는 노광방법에 있어서, 상기 기판의 이동중에 노광빔의 에너지정보를 검출하고, 상기 검출된 에너지정보에 근거하여, 그 후에 발사되는 노광빔의 조사영역을 변경하는 것을 특징으로 하는 노광방법.

청구항 17.

제 16 항에 있어서, 상기 노광빔은 빔원으로부터 펄스발진되고, 상기 기판의 이동중에 펄스마다 에너지정보의 검출이 실시되는 것을 특징으로 하는 노광방법.

청구항 18.

제 16 항에 있어서, 상기 검출되는 에너지정보를 적산하고, 그 적산에너지정보에 근거하여, 그 후에 발사되는 노광빔의 조사영역을 변경하는 것을 특징으로 하는 노광방법.

청구항 19.

제 16 항에 있어서, 상기 주사노광후의 상기 기판에 대한 적산 노광 에너지를 균일화하기 위해, 상기 노광빔의 조사영역의 변경을 실시하는 것을 특징으로 하는 노광방법.

청구항 20.

제 16 항에 있어서, 상기 기판상에서의 상기 노광빔의 상기 소정방향의 강도분포는, 그 단부에 경사부를 갖는 것을 특징으로 하는 노광방법.

청구항 21.

제 20 항에 있어서, 상기 강도분포는 대략 사다리꼴형상인 것을 특징으로 하는 노광방법.

청구항 22.

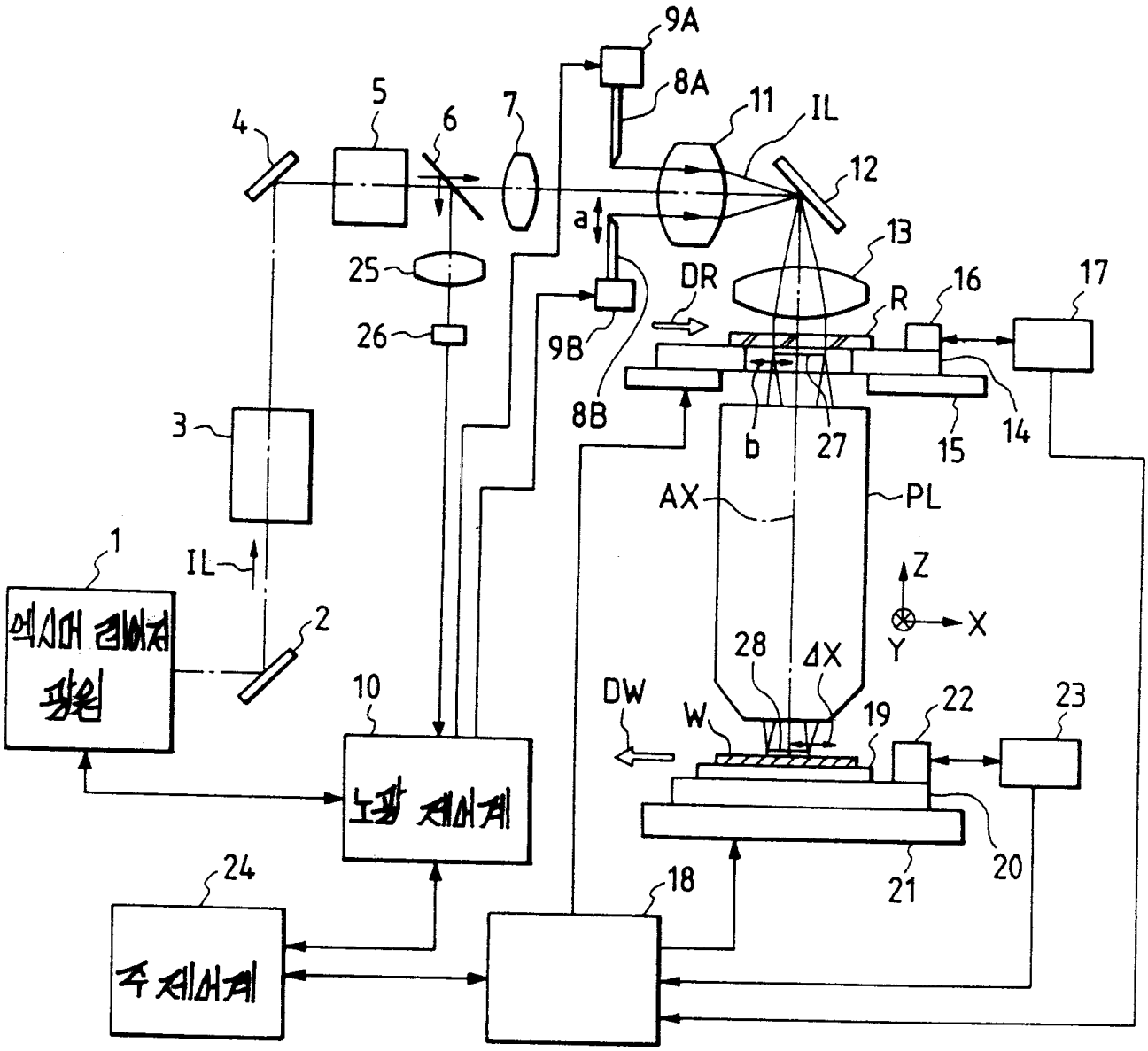
제 16 항에 있어서, 상기 조사영역의 변경은, 상기 소정방향에서의 상기 조사영역폭의 변경을 포함하는 것을 특징으로 하는 노광방법.

청구항 23.

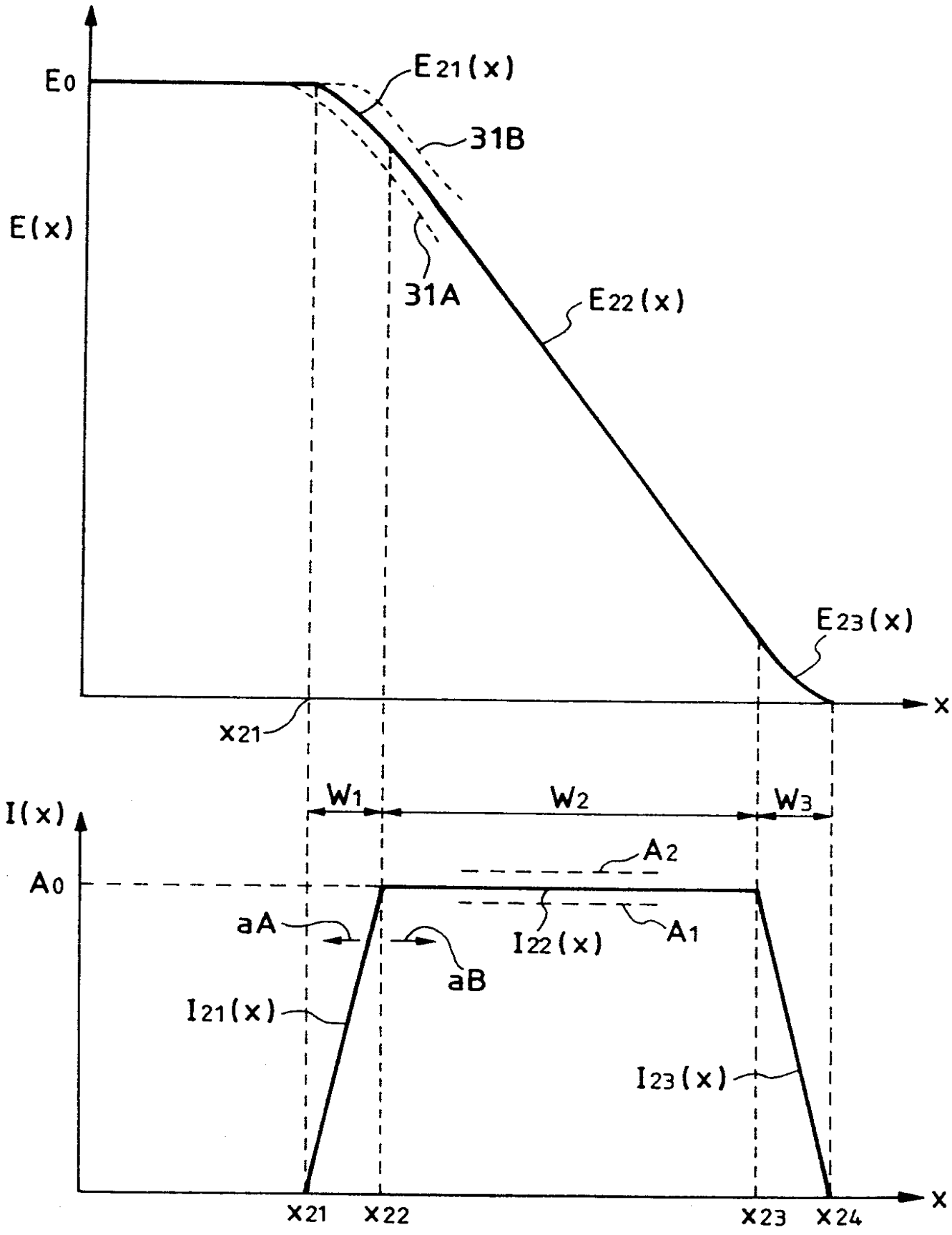
제 16 항 기재의 방법을 이용하는 소자제조방법.

도면

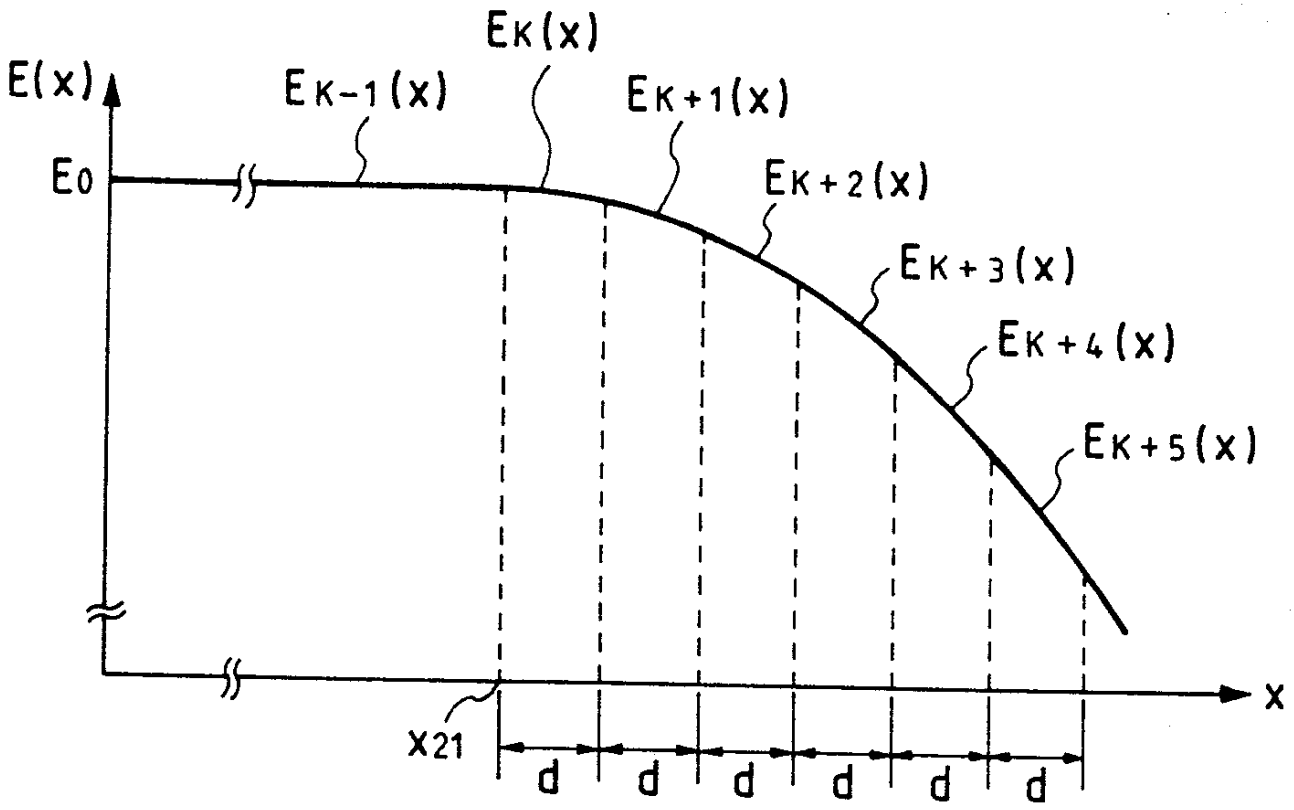
도면 1


9A
8A
11
IL
12
13
4
5
6
7
a
25
26
9B
8B
DR
R
16
17
14
15
b
27
3
AX
PL
1
IL
2
Z
X
Y
28
ΔX
DW
W
19
22
23
10
노광 제어계
20
21
24
18
주 제어계

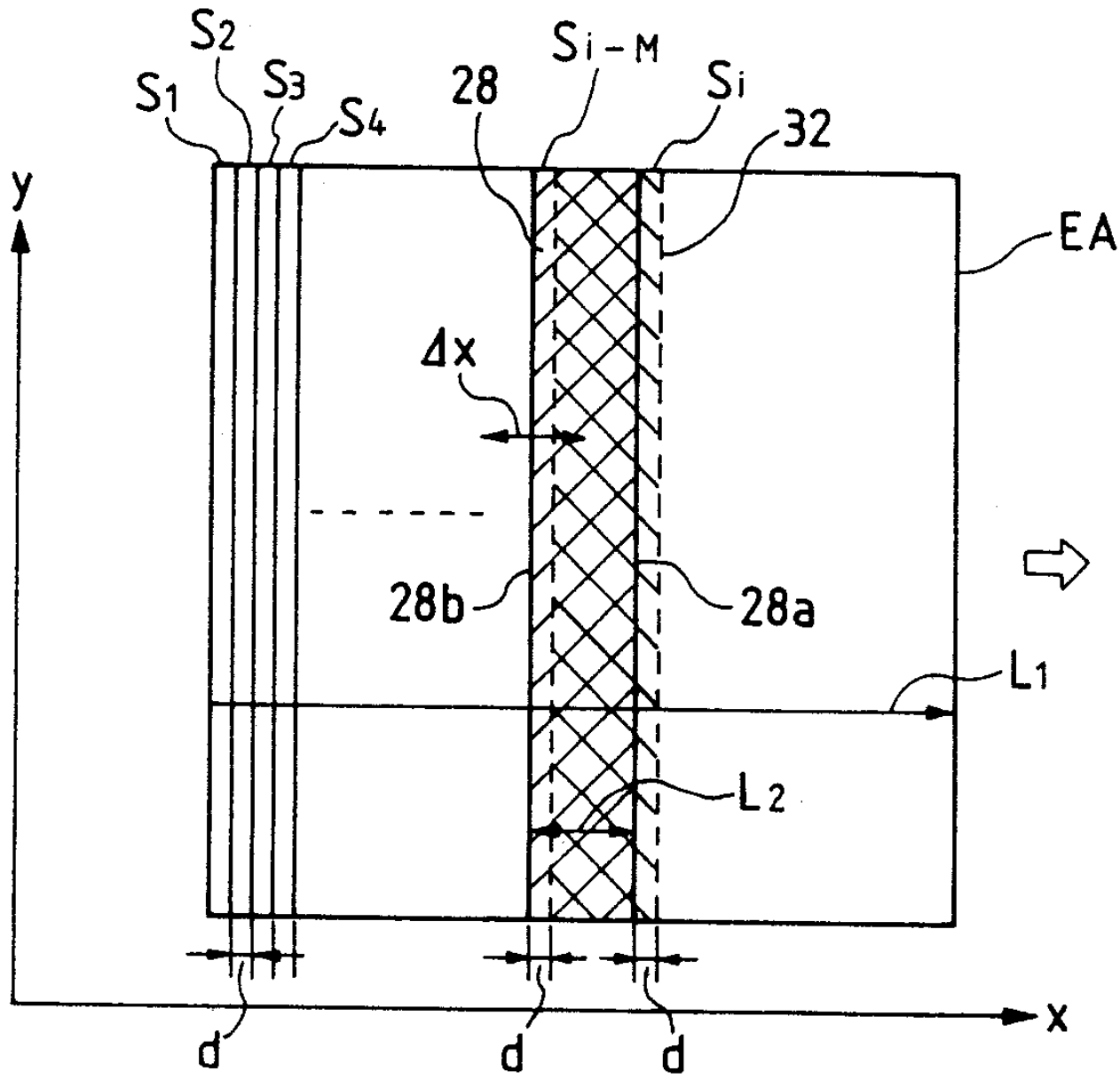
도면 2


E0
E21(x)
31B
E(x)
31A
E22(x)
E23(x)
x
x21
W1
W2
W3
I(x)
A2
A0
aA
aB
I22(x)
A1
I21(x)
I23(x)
x
x21
x22
x23
x24

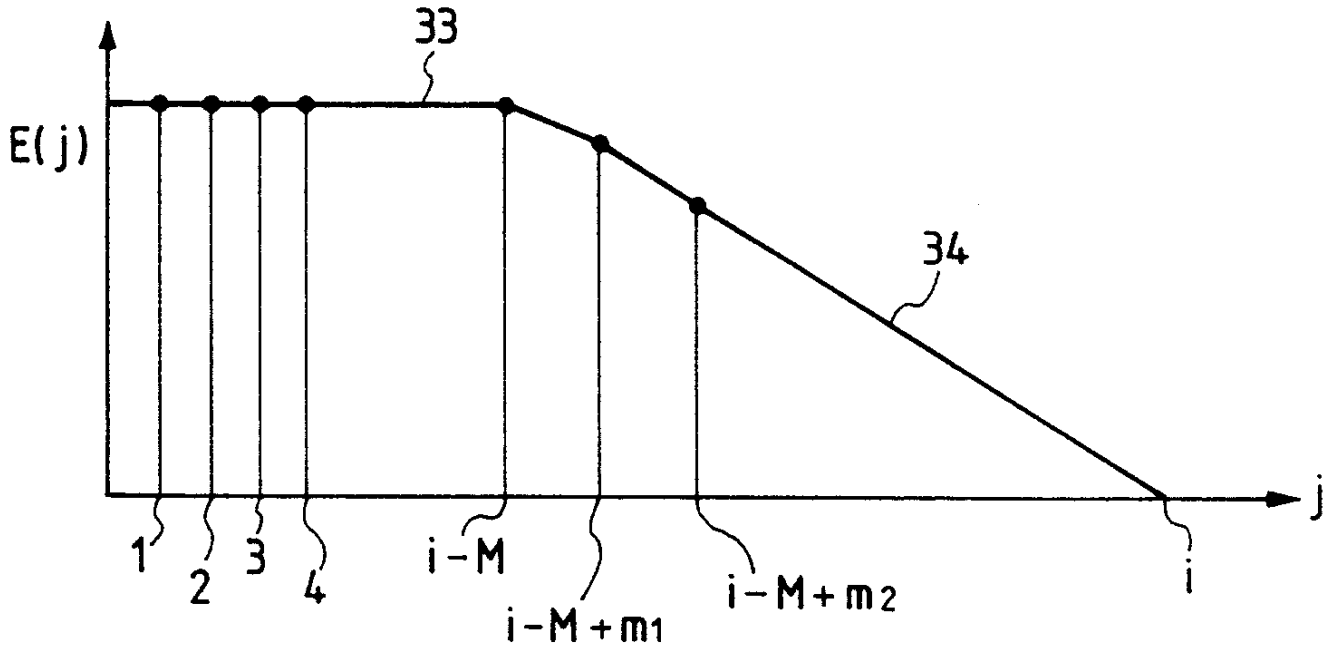
도면 3



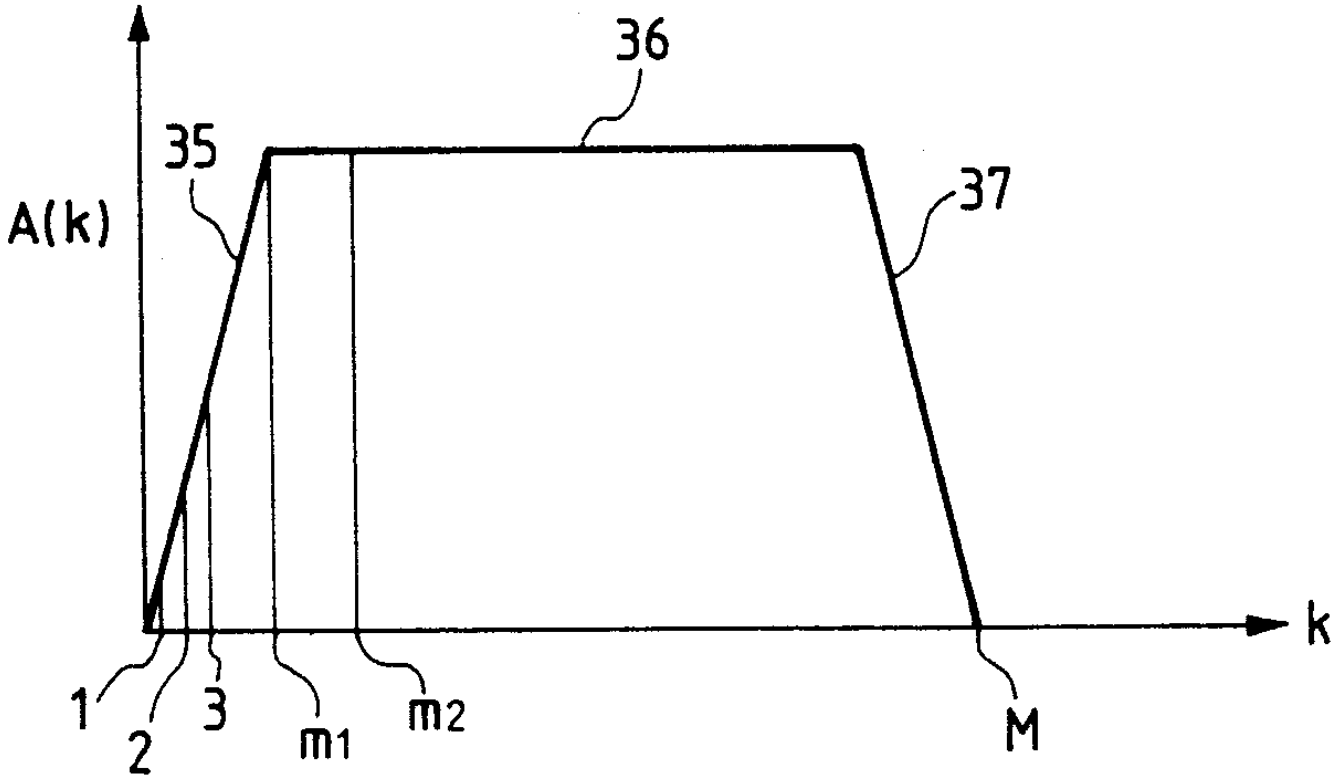
도면 4



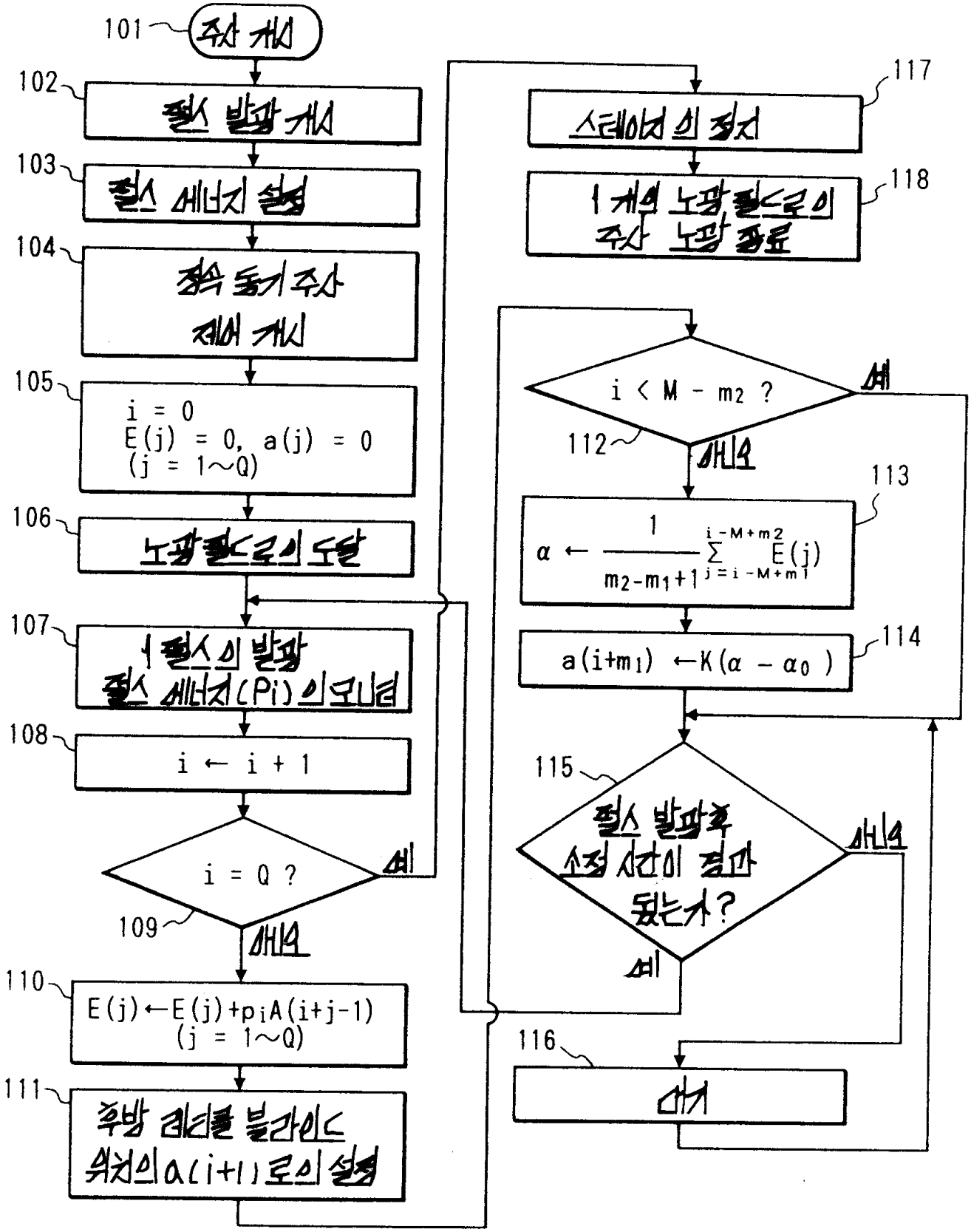
도면 5



도면 6



도면 7


101
주사 개시
102
펄스 발광 개시
103
펄스 에너지 설정
104
정속 동기 주사 제어 개시
105
i = 0
E(j) = 0, a(j) = 0
(j = 1~Q)
106
노광 필드로의 도달
107
i 펄스의 발광 펄스 에너지(Pi)의 모니터
108
i ← i + 1
i = Q ?
예
109
아니오
110
E(j) ← E(j) + piA(i+j-1)
(j = 1~Q)
111
후방 리니를 블라인드 위치의 a(i+1)로의 설정
117
스테이지의 정지
118
1 개의 노광 필드로의 주사 노광 종료
i < M - m2 ?
예
112
아니오
113
α ← 1/(m2-m1+1) Σ(j=i-M+m1 to i-M+m2) E(j)
114
a(i+m1) ← K(α - α0)
115
펄스 발광후 소정 시간이 경과 되었는가?
아니오
예
116
대기