(19)대한민국특허청(KR)
(12) 등록특허공보(B1)

(51) 。Int. Cl. 6
H01L 21/027

(45) 공고일자 2003년06월02일
(11) 등록번호 10-0378475
(24) 등록일자 2003년03월19일

(21) 출원번호 10-1995-0012767
(22) 출원일자 1995년05월18일

(65) 공개번호 특1995-0034480
(43) 공개일자 1995년12월28일

(30) 우선권주장 1994-103847 1994년05월18일 일본(JP)
1995-72874 1995년03월30일 일본(JP)

(73) 특허권자 가부시키가이샤 니콘
일본 도꾜도 지요다꾸 마루노우찌 3쵸메 2방 3고

(72) 발명자 이마이유지
일본국사이타마껭오미야시닛신쬬2쬬메1383-1-105

(74) 대리인 남상선

심사관 : 인치복

(54) 투영노광장치및방법

요약

투영노광장치는, 웨이퍼(W)의 쇼트영역위의 계측점(P1~P5)에서 Z 방향의 위치검출을 수행하고, 검출결과 및 미리 알고 있는 프로세스 구조의 데이터로 부터 그 쇼트영역의 요철분포를 구한다. 예를 들어, 패턴영역(40B)에 가장 선폭이 좁은 패턴이 노광되어 있을 때에는, 그 패턴영역(40B)을 초점합치의 기준면으로 하고, 그 패턴영역(40B)을 기준으로 한 다른 영역의 단차(ZA-ZB)를, 오프셋으로 하여 최량결상면(42)의 높이에 가산한다. 가산후의 결상면(42A)에 노광면을 합치시킴으로써, 패턴영역(40B)이 최량결상면(42)에 초점합치된다.

대표도

도 1

명세서

도면의 간단한 설명

제 1도는 본 발명에 따른 투영노장장치의 하나의 실시예에서의 투영광학계의 최량결상면 검출기구를 도시한 일부 단면도를 포함한 구성도.
제 2도(a)는 제 1도의 기준마크판(FM) 위의 마크 배치를 도시한 확대 평면도, 제 2도(b)는 상기 기준마크판(FM) 위에 재결상되는 상과 마크와의 관계를 도시한 확대도.
제 3도(a) 및 제 3도(b)는 각각 제 1도의 검출기구로부터 출력되는 신호(KS)의 변화 모양을 도시한 도.
제 4도는 본 실시예의 다점 AF계의 광학계 및 제어계를 도시한 구성도.
제 5도는 제 4도의 다점 AF계에서 투영 광학계(PL)의 노광 필드내에 투영되는 슬릿 상을 도시한 도.
제 6도는 제 4도 중에 슬릿판(14)과 어레이센서(15)와의 관계를 도시한 분해사시도.

제 7도는 제 4도 중의 어레이센서(15), 셀렉터 회로(13), 동기 검파회로(17), 및 주 제어 유닛(30) 상세한 구성을 도시한 블럭도.
제 8도(a) 및 제 8도(b)는 각각 본 실시예에서 도입되는 오프셋값의 설명도.
제 9도는 제 7도 중의 수정치 결정부(30E)의 구성예를 도시한 블럭도.
제 10도(a) 및 제 10도(b)는 각각 검파출력신호(FS)와 신호(KS)와의 관계를 도시한 도.
제 11도는 실시예의 초점검출동작 및 노광동작의 일례를 도시한 흐름도.
제 12도는 제 11도의 스텝(111) 및 (112)의 변형예를 도시한 흐름도.
제 13도는 검파출력신호(FS)와 Z방향의 위치와의 관계를 도시한 도.
제 14도는 웨이퍼의 샷영역 위에 2차원적으로 분포하는 측정점에 각각 슬릿상을 투영하는 경우를 도시한 확대 평면도.
제 15도(a)는 본 발명의 실시예의 변형예에 있어서 AF계에서 사용되는 조명광의 파장 특성을 도시한 도.
제 15도(b)는 그 변형예에서 사용되는 광학필터판(60)의 투과율 분포를 도시한 도.
제 15도(c)는 어레이센서(15)에 수광되는 광빔의 파장 특성 및 어레이센서(15)의 파장감도 특성을 도시한 도.
제 15도(d)는 어레이센서(15)로부터 출력되는 광전 변환 신호의 파장 특성을 도시한 도.
* 도면의 주요부분에 대한 부호의 설명 *
1 : 슬릿판 13 : 셀렉터 회로
2,4,5,9 : 렌즈계 13A~13E : 셀렉터 회로 섹션
3,6,7,M1 : 미러 14 : 슬릿판
8 : 수광용 대물렌즈 14A : 유지프레임
10,14 : 진동미러 15 : 어레이센서
12 : 평행 평면판 15A : 프린트 기판
16,OSC : 발진기 42A : 최량 결상면
17,PSD : 동기 검파회로 44 : 곡선
17A~17E : 동기 검파회로 섹션 45 : 직선
19 : 구동용 모터 50 : 조명용 대물렌즈
20 : Z 레벨링 스테이지 51 : 광파이버
21 : XY 스테이지 52 : 빔 스플릿터
22 : 구동부 53 : 렌즈계
30 : 주 제어 유닛 55 : 광전 센서
30B : 수정 연산부 111,112 : 스텝
30C : 편차 검출부 107,106 : 스텝
30D : 기억부 301,306 : 램
30E : 교정치 결정부 304 : 카운터
30F : 노광 공정 데이터 기억부 303,CLK : 클럭 제너레이터
40B : 기준면 308 : 선택스위치
301 : 연산 처리부 IE : 노광용 조명광
300,305,ADC : 아날로그/디지탈 변환기
NA : 조명광의 개구수 FO : 최량 결상면
40A,40B,40C : 패턴 영역 LI : 광빔
FM : 기준 마크판 EP : 동공
PL : 투영 광학계 FR : 어긋난 면
P1 P5 : 측정점 IMX : 반사상
FSA,FSE : 검출신호 KS : 출력신호
SA : 노광영역 M-PRV,11 : 미러구동부
ZA-ZB : 높이 IF : 투영시야
PA : 회로 패턴영역 ST : 슬릿상
R : 레티클 SA : 샷영역
AX : 광축 GA,GE : 수광화소
W : 웨이퍼 DS : 지령신호
ISA,ISX,ISY : 슬릿마크 FS : 레벨
BFA,BFE :오프셋치 λ : 파장
ZA : 단차 LE(λ) : 광강도
SB : 측정 개시 위치 T(λ) : 투과율
IL : 초점 검출용 조명광 SR(λ) : 변환신호

발명의 상세한 설명

발명의 목적

발명이 속하는 기술 및 그 분야의 종래기술

본 발명은 감광성기판 위에 회로 패턴 등의 마스크 패턴을 전사하는 투영노광장치에 관하여 특히 감광성기판의 초점을 맞추기 의한 초점검출 장치를 구비한 투영노광장치에 관한 것이다.
종래로부터 투영노광장치에서는 레티클(또는 포토마스크 등)의 패턴을 고해상력의 투영광학계를 통해 감광성기판(포토 레지스트 층이 도포된 웨이퍼나 유리플레이트 등) 위에 투영노광할 때, 레티클 패턴의 결상면에 정확히 감광기판의 노광면을 합치시키는 작업 즉 초점을 맞추는 것이 필수로 되어 있다. 최근에 투영광학계의 초점심도는 좁아지고만 있으며, 노광용 조명광으로서 파장 365mm의 i선을 사용한 것이라도 土0.7㎛ 정도의 심도밖에 얻을 수 없는 것이 현상이다. 게다가 투영광학계의 투영시야는 해마다 증대하는 경향이 있고 넓은 노광시야(예를 들어 22mm 각)의 전면에 걸쳐 최대한 큰 초점심도를 확보하는 것이 요망되고있다.
이와 같이 넓은 노광시야 전면에서 양호하게 초점을 맞추기 위해서는, 어찌되었든지 그 노광시야내에 들어가는 감광성기판 위의 부분영역(샷영역)의 평탄성과 결상면의 평탄성(즉 상면 만곡 및 상면 경사가 작은 것)이 모두 양호할 것이 요구된다. 이중 상면만곡과 상면경사에 관해서는 투영광학계 자체의 광학성능에 의존하는 바가 크지만 그 밖에 레티클의 평면도 평행도가 요인이 되는 경우도 있다. 한편, 감광성 기판 위의 부분영역, 즉 1회의 투영노광영역(샷영역)마다의 평탄도는 감광성 기판에 따라 그 정도에 차이가 있으나 감광성기판을 유지하는 홀더를 미소량만큼 기울어지게 함으로써 감광성기판 위의 샷 영역의 표면과 결상면을 평행하게 설정하는 것이 가능하다.
이와 같이 감광성기판 위의 하나의 샷영역 표면의 기울기도 고려하여 초점을 맞추는 수법으로서 특허공개소 58-113706호 공보(미국 특허 제 4,558,979호) 특허 공개소 55-1348호 공보(미국 특허 제 4,383,757호) 등에 개시된 기술이 알려져 있다. 특히 미국 특허 제 4,383,757호에서는 투영광학계를 통해 감광성 기판 위의 4점에 광빔의 스폿을 투영하고 그 반사광에 의한 스폿상을 광전검출 하여 감광성기판의 초점맞춤, 및 기울기 수정(레벨링)을 수행하는 기술이 개시되어 있다.
그런데 최근의 반도체소자 등은 기판 위에 많은 복잡한 구조의 패턴을 겹쳐 쌓아 제조되기 때문에, 감광성 기판 위 노광면의 평탄성은 악화되는 경향이 있다. 그리하여 감광성 기판 위의 샷 영역내의 요철 상태를 측정하고, 이 측정결과를 고려하여 그 샷영역의 평균적인 면을 투영광학계에 의한 결상면에 맞추는 기술의 개발이 수행되고 있다. 예를들어 특개평 2-198130호 공보(미국 특허 제 5,124,562호)에 있어서는, 감광성 기판의 투영광학계의 광축방향의 위치를 고정하고 그 감광성기판을 이동시켜 감광성기판 위의 샷 영역내의 다수의 측정점에서 투영광학계의 광축방향의 위치(초점 위치)를 측정하고, 이 측정결과의 평균치를 구함으로써, 그 샷영역내에서의 패턴의 구조나 배치의 차이에서 기인하는 초점위치의 오프셋치를 구하는 면 위치검출 방법이 개시되어 있다. 상기 방법으로는, 그 오프셋치를 각 샷영역의 예를들어 중앙의 측정점에서의 초점위치의 측정결과에 첨부함으로써 샷영액내의 요철을 고려한 평균적인 초점위치가 측정된다.
상기한 바와 같이 종래의 투영노광 장치에서는, 소정의 샷영역내의 다수의 특정 측정점에서 측정된 초점위치를 평균화함으로써, 초점위치의 오프셋치를 구하였다. 그러나 실제로는, 감광성기판의 각 샷영역의 노광면의 요철 상태는 프로세스 구조(패턴의 배치나 단차등)에 따라 다양하며, 특정한 다수의 측정점에서의 초점위 치를 평균화하는 것만으로는 각 샷영역의 평균적인 면의 형상을 정확히 구할 수 없다. 그러므로, 노광 프로세스에 따라 감광성 기판 위의 각 샷영역 내의 패턴의 배치나 단차등이 변화하면, 각 샷영역의 평균적인 면을 투영광학계의 결상면에 대해 초점심도의 범위 내에 완전히 들어가게 할 수 없는 경우가 발생한다는 곤란함이 있다.
또, 각 샷영역의 평균적인 면을 결상면에 맞추는 것이 아니라, 예를들어 각 샷영역내에서 가장 선폭이 좁은 패턴이 노광되는 영역을 중점적으로 초점을 맞추고자 하는 경우에도, 종래의 방법으로는 그 중점적으로 초점을 맞추고자 하는 영역을 결상면에 맞추는 것은 곤란하였다.
본 발명의 목적은, 감광성기판의 각 샷영역의 요철 상태에 의존하지 않고, 각 샷 영역을 최적의 상태로 투영광학계의 의한 결상면에 합치시켜서 노광을 수행할 수 있는 투영노광 장치를 제공하는데 있다.
본 발명의 다른 목적은, 수광광학계에 의해 재결상된 다수의 상의 각각의 가로방향으로 이동한 량에 대응한 검출신호와, 기판의 노광면의 프로세스를 바탕으로 기판위의 초점합치의 기준면을 투영광학계에 의한 상면에 맞추기 위한 오프셋치를 구함으로써, 샷영역을 최적의 상태로 결상면에 맞추어 노광할 수 있는 투영노광장치를 제공하는데 있다.
본 발명의 별도의 목적은, 전면에 분포하는 다수의 측정점에서의 광전검출장치의 검출신호와 기판의 노광면의 프로세스 구조를 바탕으로 기판위의 초점합치의 기준면을 투영광학계에 의한 상면에 합치시키기 위한 오프셋치를 구함으로써, 샷영 역을 최적의 상태로 결상면에 맞추어 노광할 수 있는 투영노광장치를 제공하는데 있다.
본 발명의 또다른 목적은, 광학계의 광로내에 노광영역내에 초점검출용의 패턴상을 투영할 때에 사용되는 광빔의 파장감도특성을 균일화함으로써, 샷영역을 최적의 상태로 결상면에 맞추어 노광활 수 있는 투영노광장치를 제공하는데 있다.
본 발명에 따른 투영노광장치는, 마스크패턴을 감광성 기판위에 투영광학계와 그 기판을 유지하고 투영광학계의 광축에 수직인 평면내에서 그기판의 위치결정을 수행하는 기판 스테이지와, 그 기판의 경사각 및 투영광학계의 광축방향으로 있어서의 그 기판의 높이를 조정하는 초점레벨링 스테이지와 그 감광성기판이 감광하지 않는 광을 사용하여 투영광학계의 광축에 대해 비스듬하게 투영광학계에 의한 노광영역내의 다수의 측정점(P1~P5)에 초점검출용의 패턴상을 투영하는 투영 광학계와, 그들 다수의 측정점으로부터의 반사광을 집광하여 그들 다수의 측정점 위의 초점검출용의 패턴상을 재결상하는 수광광학계와, 상기 수광광학계에 의해 재결상된 다수의 상의 각각의 가로방향으로 어긋난 양에 대응하는 검출신호를 생성하는 다수의 광전검출장치와, 그 다수의 측정점에서의 대응하는 광검출장치의 검출장치의 검출신호 (FSa~FSe), 및 기판의 노광면의 프로세스 구조(패턴의 배치, 단차 등)를 바탕으로, 그들 다수의 측정점마다 독립적으로 기판위의 초점 합치의 기준면(40B)을 투영광학계에 의한 결상면에 맞추기 위한 오프셋치를

연산장치로 구하고, 상기 오프셋치를 사용하여 초점 · 레벨링 스테이지의 동작을 제어하는 제어장치를 구비하고 있다.
이 경우, 그 투영 광학계로부터 투영광학계에 의한 노광영역(SA)내에 그 초점검출용의 패턴의 상을 투영한 상태로 기판 스테이지를 구동하여 기판을 주행시킴으로써, 노광영역(SA)내의 전면에 분포하는 다수의 측정점에서 각각 대응하는 광전검출장치의 검출신호를 구하고, 연산장치는, 그 전면에 분포하는 다수의 측정점에서의 그 광전검출장치의 검출신호, 및 그 기판의 노광면의 프로세스 구조를 바탕으로, 그들 다수의 측정점마다 독립적으로 그 기판 위의 초점합치의 기준면(40B)을 투영광학계에 의한 결상면에 맞추기 위한 오프셋치를 구하는 것이 바람직하다.
또, 그 투영 광학계부터 투영광학계에 의한 노광영역(SA)내에 초점검출용의 패턴의 상을 투영할 때에 사용되는 광빔을, 100nm 이상의 띠 영역폭을 가지는 광빔으로 하는 것이 바람직하다.
또, 그 투영 광학계내로부터 그들 다수의 광전검출장치까지의 광로 위에, 그 투영광학계로부터 투영광학계에 의한 노광영역내에 초점검출용의 패턴의 상을 투영할때 사용되는 광빔의 파장감도특성을 균일화 하기 위한 광학적 필터를 배치하는 것이 바람직하다.
게다가, 연산장치는, 그들 다수의 측정점마다 독립적으로 구해진 오프셋치를 사용하여, 투영광학계에 의한 결상면의 높이에 따른 목표치를 수정하는 것이 바람직하다.
상기한 바와 같은 본 발명에 따르면, 예를들어 제 8도(a)에 도시하는 바와 같이, 기판 위의 투영광학계에 의한 노광영역내의 다수의 측정점(P1 P5) 위에 초점검출용의 패턴의 상이 투영되고, 이들 상이 수광광학계에 의해 재결상되며, 재 결상된 상의 가로방향으로 어긋난 량에 대응하는 검출신호(FSa FSe)가 광전검출장치(예를들어 제 7도의 어레이 센서(15) 중의 화소)로부터 출력된다.
경사입사 방식에서는, 그들 재결상되는 상의 가로방향으로 어긋난 량과, 대응하는 측정점의 투영광학계의 광축방향의 위치(초점위치)와는 거의 비례하기 때문에, 그들 검출신호로부터 대응하는 측정점의 초점신호(이것들을 Z1 Z5라 한다)가 구해된다.
그러나 실제로는, 제 8도(a)에 도시하는 바와같이, 기판의 노광면에는 그때까지의 노광공정 등에 의해 요철이 있는 패턴이 형성되어 있을때가 있다. 또, 그러한 요철이 있는 경우, 가장 선폭이 좁은 패턴이 노광되는 면(예를들어 주변부보다 움푹들어간 면임을 알고 있다)을 면(40B)이라 하면, 이면(40B)을 결상면에 맞추는 것이 바람직하다. 이 때에, 예를들어 측정점(P3)에서 측정된 검출신호의 값(초점 위치)이 가장 작은 사실로부터, 그 측정점(P3)이 면(40B)위에 있다는 것을 알 수 있다. 그리하여, 그 면(40B)을 기판 위의 초점합치의 기준면으로 하고, 프로세스 구조의 데이터를 바탕으로 그 기준면(40B)과 다른 노광면(40A,40C)과의 높이의 차이분(ZA-ZB)에 대응하는 검출신호를 다른 측정점(P1,P2,P4,P5)에서의 오프셋치로 한다. 또, 측정점(P3)에서의 오프셋치는 0이다.
그후, 예를들어 실제로 검출된 검출신호로부터 그 오프셋치를 뺀값을 바탕으로 초점합치및 레벨링을 수행하면, 제 8도(b)에 도시한 바와 같이, 기준면(40B)이 결상면에 초점이 합치된다.
또, 기판 위의 다수의 측정점(P1 P5)이 예를들어 제 5도에 도시하는 바와 같이, 노광영역(SA)의 대략 대각선 상에 배열되어 있는 경우에는, 그들 측정점(P1 P5) 위의 초점검출용의 패턴의 투영상에 대해 기판을 소정 방향(X방향)으로 주사함으로써, 그 노광영역(SA)의 거의 전면에 분포하는 측정점에서의 검출신호를 얻을 수 있다. 따라서, 그 노광영역(SA)의 전면에 복잡한 요철분포가 있는 경우에도, 그 요철 분포의 표면의 소정의 부분(예를들어 가장 선폭이 좁은 패턴이 노광되는 영역)을 기준면으로 하고, 이 기준면과 다른 부분과의 높이의 차이분에 대응하는 검출신호를 각 측정점에서의 오프셋치로 한다. 이렇게 하여, 그 기준면을 초점합치시키는 것이 가능하다.
다음에, 그 초점합치 및 레벨렝을 수행하기 위한 절차의 다른 예는, 예를들어 제 8도(a)에 있어서, 우선 광전검출장치에 의한 검출신호와 프로세스구조를 바탕으로, 기준면(40B)으로부터 다른 면(40A,40C)으로의 높이의 차이분(ZA-ZB)에 따른 오프셋치를 구하고, 이 오프셋치를 결상면의 높이에 따른 검출신호의 레벨에 가산하는 것이다. 상기 가산결과에 대응하는 면을 파선으로 도시하는 바와 같은 면(42A)이 된다. 그리하여, 예를들어 최소 자승법에 의해, 각 측정점(P1 P5)의 검출신호와 그 면(42A)의 검출신호와의 차이분이 최소가 되도록 기판의 높이를 제어함으로써, 제 8도(b)에 도시하는 바와 같이, 기준면(40B)이 실제의 결상면에 초점이 합치된다.
또, 그 투영광학계로부터 투영광학계에 의한 노광영역(SA)내에 초점검출용의 패턴상을 투영할 때에 사용되는 광빔을, 100nm 이상의 띠영역폭을 가지는 광빔으로 한 경우에 감광성기판 위의 감광재료(포토 레지스터 등)에서의 박막간섭의 악영향 등이 경감된다.
또, 투영광학계내로부터 그들 다수의 광전검출장치까지의 광로위에 그 투영광학계로부터 투영광학계에 의한 노광영역내에 높이 검출용의 패턴상을 투영할 때에 사용되는 광빔의 파장감도 특성을 균일화하기 위한 광학적 필터를 배치한 경우에는 초점검출용의 조명광의 파장마다의 광강도 분포가 예를들어 제 15도(a)와 같이 균일하지 않더라도 광감도분포와 거의 반대의 특성이 되도록 그 광학적 필터의 투과율 분포를 예를들어 제 15도(b)와 같이 설정한다. 그렇게 함으로써, 광전 검출장치로부터 얻어지는 검출신호의 파장 특성은 제 15도(d)에 도시하는 바와 같이 평탄하게 된다. 따라서, 특정한 파장의 신호에 크게 영향을 받는 일없이, 정확히 높이검출을 수행할 수 있다.
이하, 본 발명에 따른 투영노광장치의 일 실시예에 관하여 도면을 참조하여 설명하기로 한다.
제 1도는 본 실시예의 투영노광장치 중, 투영광학계의 최량 초점면(결상면)을 검출하는 TTL(렌즈를 통하는) 방식의 초점검출계를 도시한 도면이다. 제 1도에 도시된 TTL 방식의 초점검출계의 상세한 것은 미국 특허 제 5,241,188호에 개시되어 있다. 제 1도에 있어서, 실제 장치 제조용의 회로패턴 영역(PA)이 하면에 형성된 레티클(R)은, 도시하지 않은 레티클 홀더에 유지되어 있다. 조리개면(도공면)(EP)을 끼고 앞부분, 뒷부분으로 나누어 도식적으로 표현한 투영광학계(PL)의 광축(AX)은, 레티클(R)의 중심, 즉 패턴영역(PA)의 중심이, 레티클 패턴면에 대해 수직으로 통하고 있다. 그 광축(AX)에 평행하게 Z축을 잡고, Z축에 수직인 평면내에서 제 1도의 지면에 평행한 축선을 X축으로 하고, 제 1도의 지면에 수직인 축선을 Y축으로 한다.

투영광학계(PL)의 아래쪽에는, 포토 레지스터가 도포된 웨이퍼(W)를 유지하는 Z · 레벨링스레이지(20)가, XY스테이지(21)위에 구비되어 있다. Z · 레벨링스테이지(20)는, 웨이퍼(W)를 광축(AX)방향에 미소량(예를들어 ±100㎛이내)만큼 이동시키고 초점 맞추기를 수행함과 동시에, 웨이퍼(W)의 경사각을 제어하여 레벨링을 수행한다. 또, XY스테이지(21)는 웨이퍼(W)를 광 축(AX)과 수직인 XY평면내에서 2차원 이동시키는 것이며, XY스테이지(21)의 X방향 및 Y방향의 좌표는 도시하지 않은 레이저 간섭계에 의해 수시로 측정되고 있다.

게다가, Z · 레벨립스데이지(20)의 상면에는, 웨이퍼(W)의 표면과 거의 같은 높이 위치에 기준 마크판(FM)이 고정되어 있다. 상기 기준마크판(FM)에는, 제 2도(a)에 도시하는 바와 같이 각각 X방향에 뻗은 다수개의 투과형 슬릿을 Y방향에 일정한 피치로 배치한 구조의 슬릿 마크(ISy)와, Y방향에 뻗은 다수개의 투과형 슬릿을 X방향에 일정한 피치로 배치한 구조의 슬릿마크(ISx)와, X방향 및 Y방향의 각각에 대하여 45 ° 가 되는 방향에 비스듬하게 뻗은 슬릿 마크(ISa)가 형성되어 있다. 상기한 슬릿마크(ISx, ISy, ISa)는, 석영제 기준마크판(FM)의 표면 전면에 크롬층(차광층)을 증착하고, 거기에 투명부로서 새겨만든 것이다.

제 1도로 돌아가서, 기준마크 판(FM)의 아래쪽(Z · 레벨링 스테이지(20)의 내부)에는, 미러(M1), 조명용 대물렌즈(50) 및 광파이버(51)의 사출단이 구비되어 있다. 광파이버(51)의 사출단으로부터의 조명광이 대물렌즈(50)에 의해 집광되고, 기 준마크판(FM)위의 슬릿마크(ISx, ISy, ISa)를 함께 안쪽으로부터 조사한다. 광파이버(51)의 입사단 측에는 빔 스플릿터(52)가 구비되며, 렌즈계(53)를 통해 노광용조명광(IE)이 광파이버(51)에 도입된다. 그 조명광(IE)은 레티클(R)의 조명용 광원(수은 램프, 엑시머 레이저 광원 등)으로부터 얻는 것이 바람직하나, 별도로 전용 광원을 준비해 두어도 좋다. 단, 별도의 광원으로 하는 경우에는, 노광용조명광과 동일한 파장, 또는 그와 극히 가까운 파장의 조명광으로 할 필요가 있다.

또, 대물렌즈(50)에 의한 기준마크판(FM)의 조명 조건은, 패턴 투영시의 투영광학계(PL)에서의 조명조건과 최대한 맞춰진다. 즉, 투영광학계(P)L)의 상측의 조명광의 개구수(N.A.)와 대물렌즈(50)로부터 기준마크판(FM)에의 조명광의 개구수(N.A.)를 거의 일치시키는 것이다. 한편, 상기한 바와 같은 구성에서, 조명광(IE)을 광파이버(51)에 도입하면, 기준 마크판(FM)위의 슬릿마크(ISx, ISy, ISa)로부터는 투영광학계(PL)로 입사하는 상 광빔이 발생한다. 제 1도에 있어서, Z · 레벨링 스테이지(20)의 광축(AX) 방향의 위치는, 투영광학계(PL)의 최량결상면(레리클과 켤레면)(FO)으로부터 근소하게 아래쪽으로 기준마크판(FM)의 표면이 위치하도록 설정되어 있는 것으로 한다. 이때 기준마크 판(FM)위의 한점에서 발생한 상 광빔(L1)은 투영광학계(PL)의 동공면(EP)의 중심을 통하여, 레티클(R)의 패턴 면으로부터 근소하게 아래쪽으로 어긋난면(Fr)내에서 집광한 후에 발산하고, 레티클(R)의 패턴면에서 반사한 후 원래의 광로에 되돌아 온다. 여기서 면(Fr)은, 투영광학계(PL)에 관하여 기준마크판(FM)과 광학적으로 켤레인 위치에 있다. 투영광학계(PL)가 양측이 Tele centric인 계이면, 기준마크판(FM)의 슬릿 마크(ISx, ISy, ISa)로부터의 상 광빔은, 레티클(R)의 하면(패턴 면)에서 정반사하여 다시 슬릿마크(ISx, ISy, ISa)와 중첩하도록 되도록 되돌아 온다.

단, 제 1도와 같이 기준마크판(FM)이 결상면(Fo)으로부터 어긋나 있으면, 기준마크판(FM)위에는 각 슬릿마크(ISx, ISy, ISa)의 흐릿한 반사상이 형성된다. 한편, 기준마크판(FM)이 결상면(FO)과 일치해 있을때에는 면(FR)도 레티클(R)의 패턴면과 일치하게 된다. 따라서 기준마크판(FM) 위에는 각 슬릿마크(ISX, ISY, ISA)의 예리한 반사광이 각각의 마크에 중첩하여 형성하게 된다. 제 2도(b)는 기준마크판(FM)이 초점을 흐리게 하고 있을 때의 슬릿마크(ISX)와 그 반사상(IMX)과의 관계를 도시적으로 나타낸 것이다. 양측이 tele centric인 투영광학계(pI)에서는 이와같이 반사광(IMX)은 자신의 근원인 슬릿마크(ISX) 위에 투영된다. 그리고 기준마크판(FM)의 초점이 흐려져 있으면 반사상(IMX)은 슬릿마크(ISX)의 형상사이즈 보다도 크게 되며, 동시에 단위면적당의 조도도 저하된다

그리하여 기준마크판(FM) 위에 만들어지는 반사상중 원래의 슬릿마크(ISX, ISY, ISA)에서 차광되지 않았던 상부분의 광빔을 미러(M1) 대물레즈(50)를 통해 광파이퍼(51)로 인도하고 광파이퍼(51)로부터 사출된 광빔을 빔 스플릿터(52) 렌즈계(54)를 통해 광전센서(55)에 수광한다. 광전센서(55)의 수광면은 투영광학계(PL)의 동공면(푸라에 변환면)(EP)와 거의 켤레인 위치에 배치되어 있다. 제 1도의 구성에 있어서는 Z · 레벨링 스테이지(20)를 상하방향(Z방향)으로 이동시키는 것만으로 투영광학계(PL)의 결상면을 결정하기 위한 대비 신호를 얻을 수 있다.

제 3도(a) 및 (b)는 각각 광전센서(55)의 출력신호(ks)의 신호 레벨 특성을 도시하며, 횡축은 Z. 레벨링 스테이지(20)의 Z 방향의 위치, 즉 기준 마크판(FM)의 광축(Ax)방향의 높이위치를 도시한다. 또, 제 3도(a)는 슬릿마크(ISx, ISy, ISa)가 레티클(R)의 패턴면내의 크롬부분에 역 투영되었을 때의 신호레벨을 도시하며, 제 3도(b)는 그들 슬릿 마크가 패턴면 내의 유리부분(투명부분)에 역 투영되었을 때의 신호레벨을 도시한다. 통상, 레티클의 크롬부분은 0.3~0.5㎛ 정도의 두께로 유리(석영)판에 증착되어 있고, 크롬부분의 반사율을 당연히 유리부분의 반사율 보다는 훨씬 크다. 그러나, 유리부분에서의 반사율은 완전히 0일 경우는 없으므로, 제 3도(b)와 같이 신호레벨로서는 대단히 작아지지만, 유리부분에서도 검출은 가능하다. 또, 일반적으로, 실제 장치 제조용의 레티클은, 패턴 밀도가 높기 때문에, 슬릿마크(ISx, ISy, ISa)의 모든 역투영상이 레티클 패널 중의 유리부분(투명부분)에 동시에 겹칠 확률은 극히 적다고 생각된다.

어떤 경우라 하더라도, 기준 마크판(FM)의 표면이 최량결상면(Fo)을 가로지르도록 광축(Ax)방향으로 이동되면, Z 방향의 위치(Zo)에서 출력신호(ks)의 레벨이 극대치가 된다. 따라서, Z. 레벨링 스테이지(20)의 Z 방향의 위치와 출력신호(ks)를 동시에 측정하고, 출력신호(ks)의 레벨이 극대로 되었을 때의 Z 방향의 위치를 검출함으로써, 최량 결상면(Fo)의 위치를 구한다. 게다가 상기 검출방식으로는 레티클(R)내의 임의의 위치에서 최량 결상면(Fo)의 검출이 가능하게 된다. 따라서, 레티클(R)이 투영광학계(PL)의 물체면측에 설치되어 있기만 하며, 언제라도 투영광학계(PL)의 투영시야내의 임의의 위치에서 절대 초점위치(최량 결상면 Fo)를 측정 할 수 있다. 또, 앞서 설명한 바와 같이 레티클(R)의 크롬층은 0.3~0.5㎛의 두께이며, 이 두께에 의해 생기는 최량결상면(Fo)의 검출오차는, 투영광학계(PL)의 투영배율을 1/5(축소)로 하며, (0.3~0.5)×(1/5)2, 즉 0.012~0.02㎛이 되고, 이는 거의 무시할 수 있는 값이다.

다음에 제 4도를 참조하여 본 실시예의 경사입사방식의 AF계(초첨위치검출계)에 관해 설명하기로 하는데, 여기서는 다점 AF계를 사용하기로 한다. 다점 AF계란 투영광학계(PL)의 투영시야내의 다수개소에, 웨이퍼(W)의 광축 방향의

위치의 어긋남(소위 초점의 어긋남)을 측정하는 측정점을 구비한 것이다. 제 4도에 있어서, 웨이퍼(W) 위의 포토레지스터에 대해 비감광성 조명광(IL)은 할로겐 램프 등의 광원(도시안함)으로부터 사출되어 슬릿판(1)을 조명한다. 그리고 슬릿판(1)의 슬릿을 통과한 광은, 렌즈계(2), 미러(3), 조리개(4), 투광용 대물렌즈(5), 및 미러(6)를 통해 웨이퍼(W)를 비스듬하게 조사한다. 이때, 웨이퍼(W)의 표면이 투영광학계(PL)의 최량결상면(Fo)에 있으면, 슬릿판(1)의 슬릿의 상이 렌즈계(2), 및 대물렌즈(5)에 의해 웨이퍼(W)의 표면에 결상된다. 또, 대물렌즈(5)의 광축과 웨이퍼 표면과의 각도는 5~12 ° 정도로 설정되며, 슬릿판(1)의 슬릿상의 중심은, 투영광학계(PL)의 광축(Ax)이 웨이퍼(W)와 교차하는 점에 위치한다.

한편, 웨이퍼(W)에서 반사된 슬릿상의 광빔은, 미러(7), 수광용 대물렌즈(8), 렌즈계(9), 진동미러(10), 및 평행 평면판(12)을 통해 수광용 슬릿판(14)위에 슬릿상을 재결상한다. 진동미러(10)는 수광용 슬릿판(14)위에 만들어지는 슬릿상을, 그 긴쪽 방향과 직교하는 방향에 미소진동시키는 것이다.

한편, 평행평면판(12)은 슬릿판(14)위의 슬릿과, 웨이퍼(W)로 부터의 반사광에 위한 슬릿상의 진동중심과의 상대관계를, 슬릿의 긴쪽 방향과 직교하는 방향에 전위시키는 것이다. 그리고 진동미러(10)는 발진기(OSC)(16)로부터의 구동신호로 구동되는 미러 구동부(M-DRV)(11)에 의해 진동된다.

이렇게 해서, 슬릿상이 수광용 슬릿판(14)위에서 구동하면, 슬릿판(14)을 통과한 광빔은, 어레이센서(15)에 수광된다. 상기 어레이센서(15)는, 슬릿판(14)의 슬릿의 긴쪽 방향을 다수의 미소 영역에 분할하고, 각 미소영역마다에 개별의 수광화소를 배열한 것이며, 광전변환소자로서는 실리콘.포토 다이오드 또는 포토 트랜지스터 등이 사용된다. 어레이센서(15)의 각 수광화소로 부터의 신호는, 셀렉터 회로(13)를 통해 선택되며, 또는 집단화 되어, 동기 검파회로(PSD)(17)에 공급된다. 상기 동기 검파회로(17)에는, 발진기(16)로부터의 구동신호와 같은 위상의 교류신호가 공급되며, 이 교류신호의 위상을 기준으로 하여 동기정류가 수행된다.

이때, 동기 검파회로(17)는 어레이센서(15) 가운데에서 선택된 다수의 수광화소의 각 출력 신호를 개별적으로 동기검파하기 위해서, 다수의 검파 회로를 구비하고, 그 각 검파출력신호(FS)는 주 제어 유닛(MCU)(30)에 공급된다. 각 검파출력신호(FS)는, 소위S곡선 신호라 불리며, 수광용 슬릿판(14)의 슬릿 중심과 웨이퍼(W)로 부터의 반사 슬릿상의 진동 중심이 일치했을때 0 레벨이 되며, 웨이퍼(W)가 그 상태에서 위쪽으로 변위했을 때는 양 레벨, 웨이퍼(W)가 아래쪽으로 변위했을 때는 음레벨이 된다. 따라서, 검파출력신호(FS)가 0 레벨이 될 때의 웨이퍼(W)의 노광면(예를 들어 표면)의 높이 위치가 초점 합치점으로서 검출된다. 단, 이와 같은 경사입사방식에서는, 초점 합치점(검파출력신호(FS)가 0 레벨)이 된 웨이퍼(W)의 높이 위치가, 언제나 최량결상면(Fo)과 반드시 일치한다고 하는 보장은 없다. 즉, 경사 입사방식에서는 그 시스템 자체에서 결정하는 가상적인 기준면을 갖고, 그 가상적인 기준면에 웨이퍼(W)의 노광면이 일치했을 때 동기검파회로(17)로 부터의 검파출력신호(FS)가 0 레벨이 되는 것으로, 가상적인 기준면과 최량결상면(Fo)과는 장치제조시 등에 최대한 일치하도록 설정되어 있긴 하나, 장기간에 걸쳐 일치한다는 보장은 없다. 그리하여, 예를 들면, 제 1도의 초점검출계를 사용하여 최량 결상면(Fo)을 검출하고, 이 검출된 최량 결상면(Fo)에 따라 제 4도 중의 평행 평면판(12)을 주 제어 유인(30)에 의한 제어하에 경사지게 하고, 가상적인 기준면을 광축(Ax)방향에 변위 시킴으로써, 그 가상적인 기준면과 최량결상면(Fo)과의 일치(또는 위치관계의 규정)를 도모할 수 있다. 상기 경사입사방식 AF계의 눈금수정동작에 관해서는, 본 출원인에 의한 미국 출원 제 113,815(1993. 8. 31.)호에 상세히 개시되어 있으므로 여기서는 설명을 생략한다.

또, 주 제어 유닛(30)은, 제 1도의 광전셀렉터(55)로 부터의 출력신호(KS)를 입력하여, 경사 입사방식의 다점 AF계를 눈금수정하는 기능, 평행평면판(12)의 기울기를 설정하는 기능, 다점 AF계의 각 검파 출력신호(FS)를 바탕으로 Z. 레벨링 스테이지(20)의 구동용 모터(19)를 구동하기 위한 구동부(모터와 그 제어회로를 포함)(22)를 제어하는 기능등을 구비하고 있다.

제 5도는 투영광학계(PL)의 투영시야(PL)의 투영시야(IF)와, 다점 AF계로부터의 슬릿상(ST)광의 위치관계를 웨이퍼(W)표면에서 본 도면이다. 투영시야(IF)는 일반적으로 원형이며, 레티클(R) 패턴 영역(PA)의 패턴상이 투영되는 샷(shot)영역(SA)은, 그 원형내에 포함되는 직사각형으로 이루어져 있다. 슬릿상(ST)은, XY 스테이지(21)의 구동좌표축이기도 한 X축 및 Y축의 각각에 대하여 45 ° 정도 기울어져 웨이퍼(W)위에 투영된다. 따라서, 투광용 대물렌즈(5) 및 수광용 대물렌즈(8)의 양 광축(AFx)의 웨이퍼(W)로의 투영은, 슬릿상(ST)과 직교하는 방향으로 뻗어있다. 또, 슬릿상(ST)의 중심은, 광축(AX)과 거의 일치하도록 정해져 있다. 이와 같은 구성에서, 슬릿상(ST)은, 샷영역(SA)내에서 가능한 한 길게 뻗도록 설정된다.

일반적으로 샷영역(SA)에는, 그때까지의 노광공정등에 의해 요철을 가지는 회로패턴이 형성되어 있다. 이 경우, 장치제조의 과정을 거칠 때마다, 그 요철 상태의 변화량이 증대하며, 슬릿상(ST)의 긴쪽 방향에 있어서도, 그 요철상태가 크게 변화하는 일이 있다. 특히 하나의 샷영역내에 다수의 칩 패턴을 배치할 경우, 각 칩 패턴을 분리하기 위한 스크라이브 라인(scribe line)이 샷영역내에 X방향 또는 Y방향으로 뻗어 형성되게 되며, 스크라이브 라인 위의 점과 칩패턴 위의 점과의 사이에는, 극단적인 경우에 2㎛ 이상의 단차가 발생할 때도 있다. 슬릿상(ST)내의 어느부분에 스크라이브 라인이 위치하는가는, 설계상의 샷배열이나 샷내의 칩 사이즈 등에 의해 미리 알 수 있으므로, 슬릿상(ST)의 긴쪽 방향의 임의의 부분으로부터의 반사광이 회로패턴, 또는 스크라이브 라인의 어느것으로부터의 반사광인가는 인식할 수 있다.

제 6도는, 수광용 슬릿판(14)과 어레이센서(15)를 분리한 상태를 도시한다. 제 6도에 있어서, 슬릿판(14)은 유리기판 위에 크롬층(차광막)을 전면에 증착하고, 그 일부에 에칭에 의해 투명한 슬릿을 형성한 것이다. 상기 슬릿판(14)을, 유지 프레임(14A)위에 고정시키고, 상기 유지프레임(14A)을, 어레이센서(15)를 유지하는 세라믹스 등의 프린트 기판(15A) 위에 예를 들어 도시하지 않은 나사를 사용하여 고정한다. 이렇게 함으로써, 슬릿판(141)의 슬릿을 어레이센서(15)의 일차원의 수광화소의 배열과 평행하게 되어 밀착된다.

이와 같이 슬릿판(14)과 어레이센서(15)는 최대한 밀착 또는 근접시키는 편이 좋으나, 슬릿판(14)과 어레이센서(15)와의 사이에 결상렌즈계를 구비하여, 슬릿판(14)과 어레이센서(15)를 광학적으로 컬레로 해도 좋다. 또한, 앞의 제 6도에서 도시한 슬릿상(ST)의 웨이퍼(W) 위에서의 길이는, 투영시야(If) 의 직경에 따라서도 다르지만, 투영광학계(PL)의 배율이 1/5(축소)이고, 투영시야(If)의 직경이 32mm 전후인 경우, 그 투영시야(If)의 직경의 1~1/3배 정도로 하는 것이 바람직하다.

한편, 제 7도는 어레이센서(15), 셀렉터회로(13), 동기 검파회로(17), 및 주 제어유닛(30)의 구체적인 회로구성의 일례를 도시한다. 상기 제 7도에 있어서, 셀렉터 회로(B)는 5개의 셀렉터 회로 섹션(13A~13E)으로 구성되며, 동기 검파회로(17)도 5개의 동기검파회로 섹션(17A~17E)으로 구성되어 있다. 그리고, 어레이센서(15)의 수광화소는 5개의 그룹(Ga~Ge)으로 나뉘며, 각 그룹내로부터 셀렛터회로(13)에 의해 각각 하나의 수광화소가 선택된다. 이 경우, 그룹(Ga~Ge)을 각각 제 5도의 슬립상(ST)을 따라 5개의 측정점(P1~P5)의 전후 슬릿상을 검출한다. 또, 일례로서, 여기서는 셀렉터 회로 섹션(13A~13E)에 있어서, 측정점(P1~P5)위의 슬릿상을 수광하는 수광화소의 검출신호를 선택하는 것으로 한다.

구체적으로, 제 7도에 있어서, 어레이센서(15)의 수광화소 그룹(Ga)내에는 다수개의 수광화소가 포함되며, 그들 수광화소 중에서 측정점(P1)위의 상을 검출하는 수광화소가 셀렉터 회로 섹션(13A)에 의해 선택되고, 상기 수광화소의 출력신호를 동기검파 회로 섹션(17A)에 공급한다. 또, 샐렉터회로 섹션(13A)은, 그룹(Ga)내의 수광화소 중 임의의 하나를 선택하여 그 출력신호를 동기검파회로 섹션(17A)에 보내는 기능 외에도, 그룹(Ga)내의 인접하는 두개, 혹은 세개의 수광화소를 임의로 선택하여, 그들의 출력신호를 가산한 신호를 동기검파회로 섹션(17A)에 보내는 기능도 구비하고 있다. 마찬가지로, 그룹(Gb~Ge)중의 각 수광화소로 부터의 출력신호도 각각 셀렉터 회로섹션(13B~13E)내에서 선택되며, 선택된 출력신호가 각각 동기 검파회로섹션(17B~17E)에 공급된다.

동기검파회로 섹션(17A~17E)은, 각각 발진기(16)로 부터의 기본파 교류신호를 받아들여 검파출력신호(FSa~FSe)를 출력한다.

상기 검파출력신호(FSa~FSe)는, 주 제어 유닛(30)내의 아날로그/디지탈 변환기(ADC)(30A)에서 각각 디지탈 데이터로 변환되어 수정연산부(30B), 및 편차검출부(30C)에 공급된다. 수정연산부(30B)에는, 노광 공정데이터기억부(30F)로부터 상기 웨이퍼의 프로세서 구조에 관한 데이터(노광면의 요절분포, 및 요철 단차의 데이터를 포함)도 공급됨과 동시에, 기억부(30D)로 부터 신호 교정용 오프셋치도 공급되고 있다. 그리고, 수정연산부(30B)에는, 일례로서 5개의 검파출력신호 의 값, 즉 웨이퍼 위의 5개점에서의 초점의 어긋나는 량, 및 프로세스 구조에 관한 데이터 등을 바탕으로, 웨이퍼 위의 각 측정점의 Z방향에서의 목표 위치에 대응하는 검파 출력치를 산출하고, 그 값을 편차 검출부(30C)에 공급한다. 상기 편차검출부(30C)는, 수정연산부(30B)로 부터의 출력치와 아날로그/디지탈 변환기(ADC)(30A)로 부터의 검파출력치와의 편차를 검출하고, 이 편차를 적게 하도록 지령신호(DS)를 제 4도의 구동부(18)에 공급한다.

보다 구체적으로, 편차 검출부(30C)에서는, 예를 들어 수정연산부(30B)로 부터의 목표로 하는 검파출력신호와 ADC(30A)로 부터의 검파출력 신호(FSa~FSe)와의 편차의 자승합이 최소가 되도록, 즉 최소 자승법에 의해, 구동부(18)를 제어한다. 이렇게 함으로써, Z. 레벨링 스테이지(20)의 Z방향의 위치, 및 경사각이 제어되며, 제 5도의 측정점(P1 P5)의 평균적인 면이 투영광학계(PL)의 결상면에 합치하도록 초점 합치가 수행된다.

또, 제 5도에서는 측정점(P1~P5)이 일직선 상에 배열되어 있기 때문에, 제어되는 경사각을 웨이퍼(W)표면에서 슬릿상(ST)에 수직인 직선을 축으로 하는 경사각 뿐이다. 웨이퍼(W)위의 표면의 직교하는 두축 둘레의 경사각을 제어하려면, 그들 측정점(P1~P5)을 2차원적으로 배열(예를 들어 다수의 패턴상을 평행하게 늘어놓거나, 혹은 서로 교차시키도록 형성한다)하든가, 또는 후술하는 바와 같이 웨이퍼(W)위의 샷영역(SA)을 슬릿상(ST)에 대해 소정의 방향으로 주사하여, 그 샷영역(SA) 전면에서의 높이 분포를 측정하면 좋다.

또, 제 D도에 있어서, 기억부(30D)에 미리 기억되어 있는 오프셋치는, 교정 치결정부(30E)에 의해 측정, 연산된다. 교정치결정부(30E)는, 다점(AF)계의 가상적 기준면과 촤량 초점면(Fo)과의 편차를, 다섯개의 검파출력신호(FSa~FSe) 및 광전센서(55)의 출력신호(ICS)로부터, 검파출력상의 0 레벨로부터의 편차전압으로서 구한다. 교정치결정부(30E)내에는, 5개의 검파출력의 각각의 레벨과 신호(KS)(제 3도 참조)를 동시에 디지탈 샘플링 하기 위한 아날로그/디지탈 변환기, 및 파형 메모리 등도 포함되어 있다.

여기서 제 9도를 참조하여, 교정치결정부(30E)의 구체적인 구성예를 설명하기로 한다. 우선 TTL(렌즈를 통하는) 방식의 절대 초점 검출계의 광전센서(55)로부터의 출력신호(KS)는, 아날로그/디지탈 변환기(ADC)(300)에 입력되며, 그 신호레벨에 대응한 디지탈치로 변환되어 메모리로서의 RAM(301)에 기억된다. 이 RAM(301)의 어드레스 지정은, 카운터(304)에 의해 수행되는데, 카운터(304)의 계수, 및 ADC(300)의 변환 타이밍은 모두 클럭 제니레이터(CLS)(303)으로부터의 클럭펄스에 동기하고 있다.

마찬가지로, 5개의 검파출력신호(FSa~FSe)의 하나가, 선택스위치(308)를 통해 ADC(305)에 공급되며, 여기서 변환된 디지탈치는 카운터(307)에 의해 어드레스 지정되는 RAM(306)에 기억된다. 따라서, RAM(301,306)에는, 각각 출력신호(KS), 및 선택된 하나의 검파출력신호의 시간적으로 변화하는 파형이 편입된다. 상기 RAM(301,306)내의 파형은, 연산처리부(301)에 의해 원활화 및 최대치의 검출등을 수행할 때의 처리 데이터로서 사용된다.

또, 연산처리부(310)는, RAM(301,306)에 신호파형을 편입하기 위하여 Z. 레 벨링 스테이지(20)의 Z 방향으로의 등속이동을 제어하기 위한 신호를 구동부(18)로 출력함과 동시에, 다점 AF계의 각 측정점의 위치에 제 2도(a)의 슬릿마크(ISx, ISy, ISa)의 중심을 이동시키기 위한 구동신호를 제 4도의 XY 스테이지용의 구동부(22)로 출력한다.

제 10도(a)는, 하나의 검파출력신호(FS)의 변화특성에 대한 파형을 도시한 것이다. 상기의 파형은 Z. 레벨링 스테이지(20)를 Z 방향으로 베스트 초점면을 포함한 일정범위내에서 등속이동시켰을 때 RAM(306)에 격납되는 파형데이터에 대응한다. 또, 제 10도(b)는 그때의 RAM(301)내에 격납되는 신호(KS)의 파형을 나타낸다. 동기검파신호는 영점

을 중심으로 거의 점대칭인 파형을 이루기 때문에, 영점보다도 작은 음(-)레벨의 데이터에 대해서는, 음레벨도 고려하여 아날로그/디지탈 변환된다.
제 9도의 RAM(301)내에는, 제 10도(b)에 도시한 극대치를 취하는 신호(KS)의 파형이 시간(t)에 대응하는 어드레스에 격납되므로, 연산처리부(310)는, 그 파형을 해석하여 극대점이 얻어진 시점(T1)을 구한다. 그런다음, 연산처리부(310)는, RAM(306)내의 시점(T1)에 대응하는 어드레스포인트를 구하고, 이 어드레스포인트에 기억되어 있는 검파출력신호(FS)의 레벨(4△FS)을 구한다. 이 레벨(△FS)은, 검파출력신호(FS)상의 영점으로 부터의 오프셋 전압이다. 이제 10도(a)와 같은 검파출력을 발생시키는 다점 AF계의 측정점에서는, 검파출력이 +△FS가 되도록 그 측정점에서의 웨이퍼표면을 Z방향으로 이동시키면, 그 웨이퍼표면과 베스트 초점면(Fo)이 합치한다.
그런데, 제 9도의 회로를 사용할 때에는 기준 마크판(FM)상의 슬릿마크는, 제 4도의 XY 스테이지(21)를 이동시킴으로써, 그 중심이 다점 AF계의 각 측정점의 어느 하나의 위치에 오도록 위치결정된다. 상기의 위치결정은 그다지 정밀할 필요는 없으며, 다점 AF계의 측정점과 슬릿마크군의 중심이, X 방향 및 Y 방향으로 100㎛ 전후만큼 어긋나 있어도 된다. 따라서, 다점 AF계의 측정점, 즉, 제 5도에 도시한 슬릿상(ST)내의 측정점(P1~P5)이 결정되었으면, 신호(KS)의 피크가 어느정도 커지는 좌표위치가, 상기 측정점을 중심으로 ±100㎛ 정도의 범위에서 슬릿마크군의 위치를 X 방향 및 Y 방향으로 어긋나게 함과 동시에 Z 방향으로 진동시킴으로써 구해져도 좋다. 이것은 확률적으로는 극히 적으나, 슬릿마크군의 전부가 레티클 R의 투과부에 일치해버리는 문제점(신호(KS)의 SN 비의 저하)을 가능한한 회피하기 위한 것이다. 단, 교정동작을 고속으로 행할 때는, 신호의 피크가 커지는 좌표위치를 검색하지 않고서도, 거의 동등한 정밀도로 오프셋치(△FS)를 구할수가 있다. 또, 그 오프셋치는 각측정점(P1 P5)마다 구해진다.
이와 같이 하여, 제 5도의 각 측점점(P1~P5)이 각각 Z 방향에서 투영광학계(PL)에 의한 최량결상면의 위치에 합치할 때의 검파출력신호(FSa~FSe)의 값, 즉, 상기 최량결상면에서의 오프셋치(BFa-BFe)가 구해진다. 제 5도에 있어서, 샷영역(SA)을 예를 들면 X 방향으로 슬릿상(ST)에 대해 주사하여 샷영역(SA)의 전체면에 분포하는 측정점에서 검파출력신호를 구할때에도, 각 측정점에서의 오프셋치는 그와 같이 하여 구한 오프셋치(BFa~BFe) 중의 어느 하나의 값이다.
다음으로, 본 실시예에 있어서의 초점합치 및 노광동작의 일례에 대하여 제 5도, 제 8도, 제 11도 및 제 12도를 참조하면서 설명한다. 이 경우에 전체조건으로서, 제 5도의 각 측정점(P1~P5)을 각각 투영광학계(PL)의 결상면에 초점합치시킨 경우의 검파출력신호(FSa~FSe)의 값, 즉, 다점(AF)계의 가상적인 기준면에 대한 결상면의 오프셋치(BFa~BFe)는 미리 측정되어져 있는 것으로 한다. 또, 제 4도의 평행 평면판(12)의 회전각을 조정하면, 오프셋치(BFa~BFe)는 거의 0으로 할 수가 있기 때문에, 여기서도 이들 오프셋치(BFa BFe)는 0에 가까운 값이다. 또, XY 스테이지(21)를 구동했을 때의 Z. 레벨링 스테이지(20)의 주행면과 투영광학계(PL)의 최량결상면은 실질적으로 평행한 것으로 간주한다.
우선, 제 11도의 스텝(101)에서, XY 스테이지를 구동하여 제 5도에 도시한 바와 같이, 측정대상(노광대상)인 샷영역(SA)의 중앙부를 경사지게 입사하는 다점 AF 계로 부터의 슬릿상(ST)의 투영영역상으로 이동시킨다. 그런다음, 스템(102)에서, 슬릿상(ST)의 중심인 측정점(P3)에서 자동초점을 수행한다. 즉, 측정점(P3)에 대응하는 검파출력신호(FSc)가 최량결상면의 오프셋치(BFc)가 되도록 Z. 레벨링 스테이지(20)의 Z 방향의 높이를 조정하고, 이 상태에서 Z. 레벨링스테이지(20)에 록을 건다. 이로써, 이후 측정이 종료될때까지 Z. 레벨링스테이지(20)의 높이 및 경사각이 일정하다. 이와 같이 한번 자등 초점을 행하는 것은, 샷영역(SA)내의 요철(凹凸)의 분포가 다점 AF계의 검출범위로부터 벗어나는 것을 방지하기 위한 것이다.
단, 본 실시예에서는 스텝(102)에서 슬릿상(ST)의 중심인 측정점(P3)에서 자동 초점을 행하는 대신에, 샷영역(SA) 내부 또는 근방에 기준면이 되는 평면이 있는 경우는, 이 평면에서 자동 초점을 행해도 좋다. 이때, 측정점이 반드시 P3일 필 요는 없으며, 상기 평면에 가장 가까운 측정점을 선택해도 된다. 또, 노광프로세스 데이터를 이용하여 자동 초점을 행해야 할 측정점을 결정하도록 해도 된다.
중요한 것은, 측정점이 반드시 P3일 필요는 없으며, 다점 AF계의 슬릿상(ST)에서 웨이퍼를 주사할 때, 그 주사범위내의 어느점이든 간에 다점AF계에 의해 검출되는 초점위치의 어긋한 양이 그 검출범위(S 곡선에 의해 결정된다)로부터 벗어나지 않으면 된다는 것이다.
다음으로, 스텝(103)에서, XY 스테이지(21)를 구동하여, 제 5도에 도시한 바와 같이 샷영역(SA)을 슬릿상(ST)의 -X 방향으로 앞쪽의 측정개시위치(SB)로 이동시킨다. 그런 다음, 스텝(104)에서, XY 스테이지(21)를 구동하여, 슬릿상(S시에 대해 X 방향으로 샷영역(SA)을 주사하고, 수정연산부(30B)내의 메모리에 각 검파출력신호(FSa~FSe)를 격납한다. 이때, XY 스테이지(21)의 좌표는 레이저 간섭계에 의해 측정되고 있기 때문에, 그 메모리내에서 레이저간섭계로 측정되는 좌표에 대응하는 어드레스에 순차적으로 검파출력신호(FSa~FSe)를 격납해 가면된다. 그런 다음, 스텝(105)에서, 얻어진 검파출력신호(FSa~FSe)(각각 시계열의 신호로 되어 있다)에 기초하여 샷영역(SA)내의 프로세스 단차의 분류를 행한다.
구체적으로, 제 8도(a)는 웨이퍼(W)상의 샷영역(SA)내의 어느 단면을 도시한 것으로서, 이 단면상에 측정점(P1~P5)이 설정되어 있다. 또한, 실제로는 웨이퍼(W)상에는 포토레지스트가 도포되어 있으나, 포토레지스트는 도시가 생략되어 있다. 제 8도(a)에 있어서, 다점 AF계의 가상적인 기준면(41)상에 각 측정점(P1~P5)이 오면, 대응하는 검파출력신호(FSa~FSe)가 각각 0이 된다. 또, 투영광학계(PL)의 최량 결상면(42)은 그 가상적인 기준면(41)으로 부터 어느 정도 떨어져 있는 것으로 한다. 이 경우, 웨이퍼(W)상에는 이미 복수층의 회로 패턴이 형성되고, 그에 따라 표면은 요철(凹凸)을 이루고 있다. 그 때문에, 각 측정점(P1~P5)에서 얻어지는 검파출력신호를 FSa~FSe라 하면, 이들 검파출력신호의 값도 그 요철에 따른 값으로 되어 있다.
예를 들면, 웨이퍼(W)상의 볼록부의 패턴영역(40A)상에 측정점(P1),(P2)이 위치하고, 오목부의 패턴영역(40B)상에 측정점(P3)이 위치하고, 볼록부의 패턴영역(40C)상에 측정점(P4)(P5)이 위치하고 있다고 하면, 측정점(P3)에서의 검

파출력신호(FSc)의 값이 가장 작아진다. 이것을 이용하여, 본 실시예에 따른 제 7도의 수정연산부(30B)는, 인접한 측정점에 대응하는 검파출력신호의 차이값을 구함으로써, 해당샷영역의 요철의 분포를 구한다. 또, 수정연산부(30B)에는 노광 프로세스 데이터 기억부(30F)로부터 프로세스 구조에 관한 데이터도 공급되고 있기 때문에, 수정연산부(30B)는, 상술한 바와 같이 하여 구한 요철의 분포와, 그 프로세스구조의 비교를 통해 측정점(P1~P5)이 위치하는 패턴영역(40A~40C)을 식별할 수가 있다.

이로써, 예를 들면 각 패턴영역(40A~40C)이, 메모리셀부, 주변회로부(조직부), 또는 스크라이브라인등의 어디에 속하는지가 판별된다.

또, 수정연산부(30B)는, 공급된 데이터를 통해 각 패턴영역(40A), (40C)의 단차(ZA) 및 패턴영역(40B)의 단차(ZB)를 인식할 수가 있다. 이러한 단차는 웨이퍼(W)의 회로 패턴이 없는 부분으로 부터의 높이인데, 후에 기술하는 바와 같 이 이들 단차의 차이값만이 문제가 된다.

또, 상기 인접된 측정점간에서의 차이값 데이터에 의해 얻은 단차정보로 부터, 각각의 단차 영역내에서의 검파출력신호에 대하여 분산등(편차)을 구함으로써, 각 단차영역내의 패턴의 정밀도 차이 등에 의한 단차를 알수가 있다. 이로써 측정점(P1~P5)의 전후에서 안정된 측정점을 구할 수도있다.

다음으로, 스텝(106)에서, 샷영역(SA)상에서 초점을 합치시키고자 하는 부분의 면을 초점합치 기준면으로서 결정한다. 예를 들면, 제 8도(a)에있어서, 측정점(P3)이 위치하는 패턴영역(40B)상에 가장 선폭이 좁은 패턴이 노광되도록 하고 패턴영역(40B)을 초점합치 기준면으로 한다. 단, 샷영역(SA)내에서 가장 넓은(면적이 큰)패턴 영역(예를 들면, 패턴영역(40A))을 초첨합치 기준면으로 하는 경우도 있을 수가 있다. 초점합치 기준면은, 샷영역내의 패턴영역마다의 초점합치의 우선도(패턴의 선폭, 피치등에 따라 정해진다)에 따라 선택하고 결정하면 된다.

그런 다음, 스텝(107)에서, 측정점(P1~P5)에서의 검파출력신호(Fa~Fe)에 대한 오프셋치(△a~△e)를 구한다. 제 8도(a)에 있어서, 검파출력 신호로부터 Z 방향으로의 변위로의 변환계수를 K라 하면, 초점합치 기준면인 패턴영역(40B)상의 측정점(P3)에서의 검파출력신호(Fc)에 대한 오프셋치(△c)는 0이다. 또, 측정점(P1),(P2),(P4),(P5)에서의 검파출력신호(Fa),(Fb),(Fd),(Fe)에 대한 오프셋치(△a),(△b),(△d),(△e)는, 각각 (ZA-ZB)/K가 된다.

다음으로, 스텝(108)에서, 수정연산부(30B)는, 제 8도(a)의 최량 결상면(42)에서의 검파출력신호의 오프셋치(BFa-BFe)에 스텝(107)에서 구한 오프셋치(△a~△e)를 가산한다. 이것은, 실선으로 나타낸 최량결상면(42)을 점선으로 나타낸 바와 같은 가상적인 단차를 포함한 최량결상면(43A)으로 변환하는 것과 같은 값이며, 그 가상적인 최량결상면(42A)에 대해 패턴영역(40A~40C)의 초점을 합치시키게 된다.

즉, 스텝(109)에서, 수정연산부(30B)는, 가상적인 최량결상면(42A)의 검파출력신호, 즉 (BFa+△a)~(BFe+△e)를 편차검출부(30C)에 공급한다. 또, 편차검출부(30C)에는 실제의 패턴영역(40A~40C)에 대응하는 검파출력신호(Fa~Fe)가 리얼타임으로 공급되고 있다. 따라서, 편차검출부(30C)가 Z. 레벨링스테이지(20)용 구동부(18)에 대해, 예를 들면 최소자승법을 이용하여, 오프셋치(BFa+△a)~(BFe+△e)와 검파 출력신호(Fa~Fe)와의 편차의 자승합계가 최소가 되는 구동신호를 공급한다. 이로써, 제 8도(b)에 도시한 바와 같이, 초점합치기준면인 패턴영역(40B)은, 실제의 최량결상면(42)에 합치된다. 그런 다음, 스텝(110)에서 노광을 행함으로써, 가장 선폭이 좁은 패턴이 고해상도로 노광된다.

이때, 패턴영역(40B) 이외의 패턴영역(40A),(40C)은 투영광학계의 초점심도내에 설정된다. 그러나, 상기한 스텝(107)에서 오프셋치(△a~△e)가 초점심도를 초과할 수 있을 때에는, 예를 들면, 오프셋치(△a~△e)에 무게를 부가하여 패턴영역(40A),(40C)이 초점심도내에 들어가도록 초점합치 기준면을 외관상 Z 방향으로 시프트시키도록 해도 좋다. 이것은, 샷영역의 전체면이 초점심도내에 들어가 있는 경우에도 적용에 가능하다. 또, 단순히 패턴영역(40A),(40C)이 초점심도의 폭내에 들어가도록, 초점합치 기준면(패턴영역(40B))을 시트프시켜도 된다.

또, 상기한 실시예에서는 제 7도에 도시한 바와 같이, 편차검출부(30C)에서 목표치와 실제의 검파출력신호를 비교하는 방식이기 때문에, 목표치인 최량 결상면(42)에 단차의 오프셋치(△a~△e)를 가산하였다. 그러나, 제 7도에 있어서 실제의 검파출력신호에 오프셋 수정을 행하여 편차검출부(30C)에 공급하는 방식을 채용할 때에는, 실제의 검파출력신호로 부터 상기오프셋치(△a~△e)를 빼면된다.

또한, 실제로는, 제 5도의 샷영역(SA)의 전체면에 분포하는 측정점에서의 검파출력신호가 얻어져, 샷영역(SA)전체면에서의 요철의 분포가 식별된다. 그러나, 제 7도에서 ADC(30A)로부터 리얼타입으로 공급되는 검파출력신호는 제 5도의 슬릿상(ST)상의 5점에서의 검파출력신호 뿐이다. 또, 슬릿상(ST)상의 데이터를 이용하는 것만으로는 슬릿상(ST)에 평행한 축 둘레의 경사각을 수정할 수가 없다. 그러므로, 사이 슬릿상(ST)에 평행한 축둘레의 웨이퍼(W)의 경사각 수정은, 일례를 들자면 오픈루프로 행한다. 즉, 샷영역(SA)을 슬릿상(ST)에 대해 주사함으로써, 제 8도(a)에 도시한 바와 같이, 가상적인 최량결상면(42A)의 검파출력신호와 실제의 패턴영역에서의 검파출력 신호가 구해진다. 따라서, 미리 제 4도의 구동부(18)의 제어량과 Z. 레벨링 스테이지(20)의 경사각의 관계를 구해두고, 실제의 패턴영역에서의 검파출력 신호와 가상적인 최량결상면(42A)의 검파출력신호와의 차이값을 제거하는 양만큼 Z. 레벨링 스테이지(20)의 경사각을 제어한다. 이로써, 오픈루프제어로, 제 5도의 샷영역(SA)의 전체면에 분포하는 가장선폭이 좁은 패턴이 노광되는 패턴영역이 전체적으로 투영광학계(PL)의 최량결상면에 초점 합치된다.

또한, 제 11도의 스텝(104)에서, 스텝(104A)에 도시한 바와 같이, XY 스테이 지(21)가 정지할 때마다, 즉, 그 일정피치를 검파출력신호(Fa~Fe)를 메모리에 격납시키도록 해도 좋다. 이 방법에 의해, XY 스테이지(21)의 동작에 수반하는 공기의 동요에 따른 영향이 저감된다는 효과가 있다.

또, 제 11도의 스텝(101~102)의 동작 대신에, 제 12도의 스텝(111) 및 (112)과 같이 해도 좋다. 즉, 이 스텝(111)에서는, 우선 XY스테이지(21)를 구동시켜, 제 5도에 도시한 바와 같이, 샷영역(SA)을 측정개시위치(SB)로 이동시킨다. 그런 다음, 스텝(112)에서, 제 5도의 슬릿상(ST)의 중앙의 측정점(P3)에서 자등 초점을 행하고, Z, 레벨링 스테이지(20)의 초점위치에 록을 건다. 이후, 제 11도의 스텝(104)또는 (104A)로 이행하여 샷영역(SA)의 전체면에서의 검파

출력신호의 샘플링을 행한다. 그 다음의 처리는 제 11도의 동작과 동일하다. 제 12도의 순서에서는, 웨이퍼스테이지(21)의 동작에 낭비가 없이 측정이 효율적으로 이루어진다.

또한, 상기 실시예에서는, 제 4도에 있어서 XY 스테이지(21)를 구동하였을 때의 Z. 레벨링스테이지(20)의 주행면과 투영광학계(PL)의 최량결상면이 거의 평행한 것으로 간주하였었다. 이에 대해, Z. 레벨링 스테이지(20)의 주행면과 투영광학계(PL)의 결상면이 평행하지 않은 경우에는, 다음과 같은 수정동작이 필요해진다. 즉, XY 스테이지(21)를 구동하였을 때의 Z. 레벨링스테이지(20)의 주행면과 투영노광계(PL)의 결상면과의 편차(상표면의 경사나 만곡등)를 장치정수로 하여, 예를 들면 수정연산부(30B)내의 메모리에 가지도록 한다. 이 경우, 예를 들면 제 11도의 스텝(104)의 방법으로 구한 검파출력신호는, Z. 레벨링스테이지(20)의 주행면을 기준으로 한 측정결과를 나타내고 있기 때문에, 그 측정결과에 장치정수로서 기억하 고 있는 결상면과의 편차량을 가산해 주면된다.

또, 상기한 실시예에서는 제 5도에 도시한 바와 같이, 웨이퍼(W)상의 하나의 샷영역(SA)에서 요철의 분포를 구하였으나, 웨이퍼(W)상의 다른 몇몇(한개이상)의 샷영역에서도 동일한 측정을 행하여, 얻어진 검파출력신호를 평균화하고, 평균화하여 얻어진 결과와 프로세스 구조와의 비교를 통해 웨이퍼상의 각 샷영역내의 요철의 분포를 구해도된다. 이로써, 포토레지스트의 도포불균일에 의한 영향이 경감된다.

다음으로, 상기 실시예에서는 제 5도에 도시한 바와 같이 웨이퍼(W)상의 소정의 샷영역(SA)내에서 Z 방향의 위치검출을 행하였으나, 웨이퍼(W)의 전체면에서 예를 들면 샷영역의 배열피치의 점수값인 1의 피치로 Z 방향의 위치 검출을 행해도 좋다. 구체적으로, 샷영역의 X 방향으로의 배열피치가 Px이면, X 방향에서의 초점위치측정의 간격은, 2 이상의 정수(N)를 이용하여 Px/N이 된다. 이때, 샷영역의 배열피치와 동일한 주기로, 다점 AF계로부터의 검파 출력신호의 출력변화가 반복된다.

이 경우, 웨이퍼의 노광면에 먼지 등의 이 물질이 있거나, 웨이퍼가 휘어있는 등의 형상변화가 있으며, 그 샷영역에서의 다점 AF계의 출력변화가 다른 샷영역에서의 출력변화와 다르다. 그러므로, 검파출력신호를 샷영역의 배열 피치에 대응하는 주기로 샘플링한 값의 평균치로부터의 편차가, 소정의 역치(Threshold) 이상이 되어 있는 샷영역에 대해서는, 초점합치 기준면에 대한 검파출력신호의 오프셋량을 별도로 산출하는 것이 바람직하다. 또, 이와 같은 이 물질이나 휘어짐등의 영 향이 나타나 있는 산영역에 대해서는, 경고 또는 에러로써 어시스트처리(오퍼레이터콜) 등을 행해도 좋다.

다음으로, 상기한 실시예에서는, S 곡선형상으로 변화하는 검파출력신호(FS)로부터 웨이퍼(W)노광면의 Z 방향위치(초정스위치)를 측정하고 있다.

제 13도의 곡선(44)은, 그 검파출력신호(FS)의 일례를 도시한 것이다. 이 제 13도에 있어서, 종래에는 곡선(44)내에서 직선(45)으로 거의 근사 가능한 구간을 이용하여, 검파출력신호(FS)로부터 Z 방향의 위치를 구하였다. 그런나, 이것으로는 Z 방향에서의 위치검출범위가 좁다는 문제점이 있다. 이에, 위치검출범위를 넓히기 위해, 예를 들면, 제 4도의 Z 레벨링스테이지(20)를 △Z의 이동피치로 Z 방향으로 이동시켰을 때의 검파출력신호(FS)(실제로는 FSa~FSe의 각각에 대해 측정한다)를 메모리에 기억시켜 두는 것이 즉, 제 13도의 곡선(44)을 근사적으로 구해두는 것이 바람직하다. 이 경우, Z 방향의 위치에 대해 검파출력신호(FS)의 값이 기억된다.

그리고, 실제로 Z 방향의 위치측정을 행할 때에는, 검파출력신호(FS)의 값이 Vi이면, 곡선(44)으로부터 Z 방향의 위치(Zi)가 정확하게 구해진다. 이에 대해, 곡선(44)을 직선(45)으로 근사시킨 경우에 검파출력신호가 Vi일때의 Z 방향의 위치는 Zh가 되어 오차가 생긴다.

다음으로, 상기 실시예에서는, 실제의 측정결과에 기초하여 Z. 레벨링 스테이지(20)의 경사각을 제어한다. 그러나, 투영광학계(PL)의 결상면의 XY 스테이지(21)의 주행면에 대한 경사각은 이미 알고 있으므로, 그 경사각을 미리 Z. 레벨링 스테이지(20)에서 행해 놓도록 해도 좋다.

이로써, 다점(AF)계에서 Z 방향의 위치검출을 행했을 경우에 경사각의 어긋난 양이 줄어들어, 각 측정점마다 산출되는 오프셋치가 감소된다. 따라서, 초점합치에 소요되는 시간이 단축될 뿐 아니라, 그 정밀도도 향상된다.

또, 상기 실시예에서는, 제 4도에 도시한 바와 같이 다점(AF)계의 수광계에 배치된 평행 평면판(12)의 경사각에 의해 다점(AF)계의 가상적인 기준면과 최량 결상면과의 위치관계를 조정할 수 있게 되어 있다. 이것은, 검파출력신호(FSa~FSe)에 공통으로 나타나는 오프셋치는 그 평행 평면판(12)의 경사각으로 제거할 수 있음을 의미하기도 한다.

그런데, 수광측정에만 평행 평면판(12)을 설치하여서는 수정량이 적기 때문에 송광측정에도 평행평면판을 설치해도 된다. 이와같이 2장의 평행 평면판으로 결상위치를 수정함으로써, 결상위치의 수정량을 크게 할 수가 있다. 더우기, 송광계 및 수광계의 쌍방에 평행 평면판을 넣어 수정함으로써, 웨이퍼상에서의 명암패턴의 위치어긋남도 수정가능하다.

또한, 다점(AF)계의 송광계에 평행 평면판을 배치하고, 예를 들면 제 11도의 스텝(109)에서 그 평행 평면판을 이용하여 공통의 오프셋수정을 행하면, 스텝(104)에서 검파출력신호를 측정했을 때와, 스텝(109)에서 검파출력신호를 측정했을 때를 비교할 때, 웨이퍼(W)상에서의 슬릿상(ST)의 위치어긋남이 발생된다. 따라서, 이와 같은 위치어긋남의 영향을 감소시키려면, 평행 평면판의 경사각에 대한 웨이퍼(W)상에서의 슬릿상(ST)의 어긋난위치량을 미리 측정해 놓고, 스텝(109)에서 각측정점에 대응하여 최량결상면의 오프셋치에 부가하는 오프셋량을 미리 측정해 놓은 어긋 난 위치량에 기초하여 수정하면 된다.

다음으로, 상기 실시예에서는 제 5도에 도시한 바와 같이, 웨이퍼(W)상의 샷영역(SA)에 대해 대각선 방향으로 경사지게 Z 방향의 위치검출용 슬릿상(ST)이 투영되고, 이 슬릿상(ST)상의 5점이 측정점(P1~P5)으로서 선택되어져 있다. 이에 대해, 제 14도에 도시한 바와 같이, 샷영역(SA)상에, X 방향 및 Y 방향으로 소정 피치를 2차원적으로 N개(제14도에서는 N은 25)의 측정점(P11,P12,...P74)을 설정하고, 이들 측정점에 각각 초점검출용 패턴상을 투영해도 된다. 이 경우, 각 패턴상을 수광하는 수광소자(수광화소)의 갯수도 측정점과 동일한 갯수가 되어, 예를 들면 동기검파방식을 채용하는 경우, 모든 측정점으로 부터의 패턴상의 광전변환신호를 병행하여 처리하는 것은 곤란하다. 그러므

로 예를 들면, 제 7도 도시한 바와 같은 셀렉터회로섹션(13A~13E)을 이용하여, 이들 N개의 광전변환신호로부터 5개씩의 광전변환 신호를 선택하고, 시분할적으로 동기검파를 행하도록 해도 된다.
이와같은 시분할 방식에 의해, 회로구성이 간략화된다.
또, 초점검출을 행하는데 있어서, 슬릿상을 투영하는 대신에 예를 들면 소정피치의 격자형상의 명암패턴을 웨이퍼상에 경사지게 투영하도록 해도 좋다. 이 경우, 상기 웨이퍼로 부터의 반사광을 이용하여, 예를 들면 2차원 CCD 등의 2차원 촬상소자상에 상기 격자형상의 명암패턴을 다시 결상하고, 재결상된 상의 가로방향으로의 어긋남으로 부터 대응하는 웨이퍼의 노광면에서의 Z 방향으로의 어긋난 위치량을 구할 수 있다.
또, 슬릿상을 투영하여 예를 들면 1차원의 라인센서상에서의 재결상된 패턴 상의 위치를 검출하여 Z 방향으로의 어긋난 위치량을 구하는 방식을 채용해도 좋다. 이 방식에서는 캐리브레이션용 평행 평면판을 설치하지 않아도 되며, 항상 전기적인 오프셋을 이용하도록 하면 된다. 샷영역내의 높이가 다른 적어도 2개의 패턴영역(스크라이브라인등을 포함한다)의 각각 적어도 1개의 측정점을 설정하면 되는데, 예를 들면 각 패턴영역에 보수의 측정점을 설정하고, 오프셋치(△a~△e)를 구할때는, 영역마다에 그 복수의 측정치를 통계처리 또는 평균화 또는 가중평균화 처리하고, 자동초점동작시에는 영역마다 구한 오프셋을 하나의 측정점에 부여하여 그 측정점에서의 검파출력신호를 이용하도록 해도 좋다. 중요한 것은, 하나의 패턴영역내에 복수의 측정점이 있을 때, 각 측정점마다 그 오프셋을 구할 필요는 없으며, 또 복수의 측정점의 각각에서 모두 샷면과 결상면을 합치시키는 자동초점동작을 행하지 않아도 되며 패턴영역마다 적어도 하나의 측정점에서의 오프셋을 구하고, 해당측정점을 이용하여 자동 초점동작을 행하면 된다.
다음으로, 상기 실시예의 제 4도에 도시한 경사 입사방식의 AF계(초점위치검출계)에서는, 초점검출용 조명광(IL)으로서, 웨이퍼(W)상의 포토레지스트에 대해 비감광성, 또는 감광성이 약한 파장대역의 광이 사용되고 있다. 또한, 포토레지스트에서는, 입사하는 광빔에 의한 박막간섭이 발생하기 때문에 특히 그 광빔이 단색광인 경우에는 그 포토레지스트의 두께에 따라 반사되는 광의 강도가 상당히 약해지는 경우가 있다. 따라서, 상기와 같은 박막간섭의 악영향을 줄이기 위해서는, 조명광(IL)으로서 100nm 이상의 대역폭을 가지는 광빔을 사용하는 것이 바람직하다. 구체적으로, 조명광(IL)으로서는, 할로겐램프로 부터 조사되는 광빔으로 부터 파장 선택 필터에 의해 선택된, 예를 들면 700nm~900nm 정도의 파장대역의 광빔을 사용할 수가 있다. 또, 발광 다이오드로 부터의 700nm~900nm 정도의 파장대역내의 조명광을 사용해 도된다. 또한, 예를 들면 복수개의 반도체레이저소자로부터의 광빔을 혼합하여 얻어지는 복수개의 단색광을 조명광(IL)으로 해도 좋다.
단, 조명광(IL)으로서 소정의 파장대역의 광빔 또는 복수파장의 광빔을 사용한 경우, 파장에 대한 광강도의 분포가 불균일하여, 예를 들어 특정파장의 광강도가 강하면, 그 특정파장에서 박막간섭의 영향을 받을 우려가 있다. 이를 피하기 위해서는, 제 4도에 도시한 바와 같이, AF 계의 어레이센서(15)앞에, 파장에 대한 광전변환신호의 분포를 균일화하기위한 광학필터판(60)을 배치하는 것이 바람직하다. 또한 상기 광학필터판(60)은, 조명광(ILO을 발생시키는 광원(도시생략)과 그 어레이센서(15)와의 사이의 어느 위치에 배치되어도 좋다.
제 15도를 참조하여, 상기 광학필터판(60)의 특성의 일례에 대하여 구체적으로 설명한다. 우선, 조명광(IL)의 파장(λ)에 대한 광강도(LE(λ))의 분포가 제 15도(a)에 도시한 바와 같이 산형이라 한다. 이 경우, 광학필터판(60)의 파장(λ)에 대한 투과율(T(λ))의 분포는, 제 15도(b)에 도시한 바와같이, 거의 골형으로 설정한다. 단, 투과율(T(λ))는 어레이센서(15)에 있어서 파장감도특성을 고려하여 수정되어 있다.
즉, 예를 들면 어레이센서(15)에서의 파장(λ)에 대한 검출감도(출력신호/입사하는 광강도)(PSC(λ))가, 제 15도(C)의 점선으로 나타낸 바와 같이 오른쪽이 올라가 있도록 한다. 이 경우, 광학필터판(60)을 통과하여 어레이센서(15)에서 수광 되는 광빔의 파장(λ)에 대한 광강도(LR(λ))의 분포는, 광강도(LR(λ))와 투과율(TR(λ))의 분포가 제 15도(C)의 실선과 같이 다소 오른쪽이 내려가는 특성을 가지도록 투과율(TR(λ))의 분포를 접해둔다. 이때, 파장(λ)의 광빔에 대해 어레이센서(15)로 부터 출력되는 광전변환신호(SR(λ))는, 검출감도(PSV(λ))와 광강도(LR(λ))와의 곱이기 때문에, 제 15도(d)에 도시한 바와 같이 파장(λ)에 대해 거의 평탄한 특성이 된다. 이로써, 포토레지스트에 있어서의 박막간섭의 악영향을 감소시킬수가 있어, 안정적으로 웨이퍼표면의 단차측정을 행할 수가 있다.
또한, 본 발명은 상기 실시예에 한정되지 않고 본 발명의 요지를 벗어나지 않는 범위내에서 여러가지의 구성을 취할 수 있음은 물론이다.
본 발명에 의하면, 복수의 측정점에 대응하는 광전검출장치의 각각의 검출신호 및 기판의 노광면의 프로세스 구조에 기초하여, 복수의 측정점 마다 독립적으로 기판상의 초첨합치 기준면을 투영광학계에 의한 상표면에 맞추기 위한 오프셋치를 구하는 연산장치를 설치하였기 때문에, 기판의 각 샷영역의 요철상태에 상관없이 각 노광영역(포토영역)을 최적한 상태로 투영광학계에 의한 결상면에 맞추어 노광을 행할 수 있다는 이점이 있다.
또, 투영광학계에 의한 조광영역내에 투명 광학계로 부터 초점검출용패턴의 상을 투영한 상태에서, 기판스테이지를 구동하여 기판을 주행시킴으로써, 노광영역내의 전체면에 분포하는 복수의 측정점에서 각각 대응하는 광전검출장치의 검출신호를 구하는 경우, 더우기 연산장치가, 그 전체면에 분포하는 복수의 측정점에서의 광전검출장치의 검출신호 및 기판의 노광면의 프로세스구조에 기초하여 복수의 측 정점마다 독립적으로 기판상의 초점합치 기준면을 투영광학계에 의한 상표면에 맞추기 위한 오프셋치를 구할 경우에는, 간단한 구성의 초점검출용 광학계를 사용하여 기판의 노광영역 전체면의 요철상태를 신속하게 측정할 수가 있다. 따라서, 그 노광영역의 전체면을 최적한 상태로 투명광학계에 의한 결상면에 맞추어 노광을 행할 수 있다는 이점이 있다. 또, 기판 유지도구(웨이퍼홀더등)의 편평도가 나쁘거나 기판이 휘어있거나, 혹은 기판과 유지도구와의 사이에 이물질이 존재하는 경우, 이들에 기인하는 초점합치에러도 방지할수가 있다. 즉, 노광영역의 전체면을 결상면과 합치시키거나, 초점심도내에 설정할수가 있다.
또한, 투영광학계에 의한 노광영역내에 투영광학계로 부터 초점검출용 패턴상을 투영할 때 사용되는 광빔을 100nm 이상의 대역폭을 가지는 광빔으로 한 경우에는 감광성기판상의 감광재료(포토레지스트 등)에서의 박막간섭의 악영향에 감소된다는 이점이 있다.

또, 투영광학계내로부터 복수의 광전검출장치까지의 광로상에, 초점검출용 패턴상을 투영할 때 사용되는 광빔의 파장감도특성을 균일화 하기 위한 광학적 필터를 배치하였을 때에는, 비록 광대역의 광빔을 사용한 경우에, 광전검출장치로부터 출력되는 검출신호의 파장에 대한 강도분포가 거의 평탄화되어 있다. 따라서, 특별히 소정의 파장의 광에 영향을 미치는 일 없이, 정확하게 기판의 노광면의 높이분포를 측정할수가 있다.
한편, 연산장치가, 복수의 측정점마다 독립적으로 구해진 오프셋치를 이용하여, 투영노광계에 의한 결상면의 높이에 따른 목표치를 수정하는 경우에는 수정후 의 목표치와 실제로 얻어지는 검출신호가 합치되도록 폐루프제어를 행함으로써, 고정밀도로 초점맞추기 및 레벨링을 행할 수가 있다.
이상으로 바람직한 실시예에 대하여 설명하였으나, 당업자가 상기의 개시에 기초하여 본 발명의 범위내에서 개량 및 변경할 수가 있음은 물론이다.

(57) 청구의 범위

청구항 1.
투영 노광 장치에 있어서,
마스크 패턴을 감광성 기판 위에 투영하는 투영광학계;
상기 기판을 유지하고 상기 투영광학계의 광축에 수직인 평면내에 상기 기판을 위치시키는 기판 스테이지;
상기 투영 광학계의 광축 방향으로 상기 기판의 경사와 높이를 조정하는 초점 레벨링 스테이지와,
상기 감광성 기판이 감광하지 않는 광을 사용하여, 상기 투영광학계의 광축에 대해 비스듬하게, 상기 투영광학계에 의해 노광 영역내의 다수의 측정점 위에 초점 검출용 패턴상을 투영하는 초점 투영광학계와,
상기 다수의 측정점으로부터의 반사광을 집광하여 상기 다수의 측정점 위의 초점검출용의 패턴상을 재결상하는 수광광학계;
상기 수광 광학계에 의해 재결상된 다수의 상의 수평 오프셋값에 대응하는 검출신호를 생성하는 다수의 광전검출장치;
상기 기판 노광면의 프로세스 구조 정보를 저장하는 메모리; 및
상기 다수의 측정점에 대응하는 상기 광전검출장치의 각각의 검출신호와 상기 메모리에 기억된 프로세스 구조를 바탕으로, 상기 노광 영역의 다수의 스텝 영역과 상기 다수의 측정점 사이의 위치 관계를 얻고, 오프셋값을 사용하여 상기 초점 레벨링 스테이지 동작을 제어하기 위한 연산 장치를 가지는 상기 투영광학계에 의해 상기 다수의 스텝 영역중 하나를 결상면(image plane)에 맞추기 위한 오프셋 값을 상기 다수의 측정점의 각각에 대하여 독립적으로 얻는 제어 장치를 구비한 투영노광장치.

청구항 2.
제 1항에 있어서, 상기 기판 스테이지는 상기 기판을 이동시키도록 구동되고, 상기 초점 검출 패턴상은 상기 투영광학계에 의해 상기 초점 투영 광학계로부터 상기 노광 영역위에 투영되어, 상기 노광 영역의 전체 표면상에 분산된 다수의 측정점에 대응하는 상기 광전검출장치의 검출신호는 얻어지고,
상기 투영노광장치는 상기 전체 표면상에 분산된 측정점에서 상기 광전검출장치의 검출 신호를 바탕으로 상기 투영광학계에 의해 상기 기판상 초점기준 평면을 결상면(image plane)에 맞추기 위한 오프셋값을 상기 다수의 측정점 각각에 대하여 독립적으로 얻는 연산 장치를 더 포함하는 것을 특징으로 하는 투영노광장치.

청구항 3.
제 1항에 있어서, 상기 초점 검출 패턴상이 상기 투영광학계에 의해 상기 초점 투영광학계로부터 상기 노광 영역위에 투영될 때 사용된 광빔이 100nm 이상의 대역폭을 가지는 것을 특징으로 하는 투영노광장치.

청구항 4.
제 2항에 있어서, 상기 초점 검출 패턴상이 상기 투영광학계에 의해 상기 초점 투영광학계로부터 상기 노광 영역위에 투영될 때 사용된 광빔이 100nm 이상의 대역폭을 가지는 것을 특징으로 하는 투영노광장치.

청구항 5.
제 1항에 있어서, 상기 초점검출 패턴상이 상기 투영광학계에 의해 상기 초점 투영광학계로부터 상기 노광영역위에 투영될 때 사용되는 광빔의 파장감도 특성을 균일화하기 위한, 광학 필터가 상기 초점 투영광학계 및 상기 다수의 광전검출장치 사이의 광로에 배치되는 것을 특징으로 하는 투영노광장치.

청구항 6.
제 1항에 있어서, 상기 다수의 측정점 각각에 대하여 개별적으로 구해지는 상기 오프셋값을 사용하여, 상기 투영광학계에 의해 결상면의 높이에 따른 목표값을 수정하는 연산 장치를 더 포함하는 것을 특징으로 하는 투영노광장치.

청구항 7.
제 5항에 있어서, 상기 연산 장치는 상기 다수의 측정점 마다 개별적으로 구해지는 오프셋값을 사용하여, 상기 투영광학계에 의한 결상면의 높이에 따른 목표치를 수정하는 것을 특징으로 하는 투영노광장치.

청구항 8.
제 1항에 있어서, 상기 광전검출장치는 다수의 어레이센서, 대응하는 어레이센서에 접속된 다수의 셀렉터 회로 섹션을 가지는 셀렉터 회로 및 대응하는 셀렉터 회로섹션에 접속된 다수의 동기 검파회로 섹션을 가지는 동기 검파회로를 구비하는 것을 특징으로 하는 투영노광장치.

청구항 9.

제 5항에 있어서, 상기 광전검출장치는 다수의 어레이센서, 대응하는 어레이 센서에 접속된 다수의 셀렉터 회로섹션을 가지는 셀렉터 회로 및 대응하는 셀렉터 회로 섹션에 접속된 다수의 동기 검파회로 섹션을 가지는 동기 검파회로를 구비하는 것을 특징으로 하는 투영노광장치.

청구항 10.

제 6항에 있어서, 상기 광전검출장치는 다수의 어레이센서, 대응하는 어레이센서에 접속된 다수의 셀렉터 회로섹션을 가지는 셀렉터회로 및 대응하는 셀렉터 회로섹션에 접속된 다수의 동기 검파회로 섹션을 가지는 동기 검파회로를 구비하는 것을 특징으로 하는 투영노광장치.

청구항 11.

기판위의 부분 영역을 투영광학계를 통하여 마스크위의 패턴상으로 노광하는 방법에 있어서,
다수의 광 빔과 기판을 투영광학계의 광축과 거의 수직인 방향으로 상대적으로 주사함으로써 상기 부분영역내 거의 전체 표면에서 투영광학계의 광축 방향의 위치에 관한 정보를 검출하는 단계;
상기 얻어진 정보 및 메모리에 미리 저장된 상기 부분 영역내의 스텝 구조 정보를 바탕으로, 상기 다수의 광빔의 조사점 및 상기 부분 영역이 노광될 때 부분 영역내의 다수의 스텝 영역 사이의 위치 관계를 얻고, 상기 광빔의 상기 조사점 각각에 대하여 개별적으로 상기 다수의 스텝 영역중 하나를 상기 투영광학계에 의한 결상면에 맞추기 위한 오프셋값을 얻는 단계; 및
다수의 오프셋값을 사용하여 상기 광학축 방향으로 상기 기판을 이동시킴으 로써 상기 투영광학계의 결상면에 스텝 영역을 맞추는 단계를 포함하는 것을 특징으로 노광 방법.

청구항 12.

마스크 위의 패턴상을 투영광학계를 통하여 기판위에 투영하기 위한 노광 장치에 있어서,
상기 투영광학계의 상 필드에 대하여 소정 위치 관계로 미리 설정된 다수의 측정점에서 상기 투영광학계의 광축 방향으로 상기 기판의 위치 정보를 검출하기 위한 검출 수단;
상기 다수의 측정점에서의 상기 위치 정보가 상기 투영광학계의 상특성에 대응하는 오프셋값을 각각 포함하도록 상기 기판의 위치 정보를 수정하기 위한 제 1 수정 수단;
상기 다수의 측정점에서의 위치 정보가 상기 측정 위치에 대응하는 위치에서의 상기 기판의 표면 구조에 대응하는 오프셋값을 각각 포함하도록 상기 기판의 위치 정보를 수정하기 위한 제 2 수정 수단; 및
상기 투영광학계의 상특성을 바탕으로 수정되고 상기 기판의 상기 표면 구조를 바탕으로 수정된 상기 위치 정보의 검출 결과를 바탕으로 상기 광축 방향으로 상기 투영광학계의 상면 및 기판 사이의 상대적 위치를 조절하기 위한 조절 수단을 포함하는 것을 특징으로 하는 노광 장치.

청구항 13.

제 12항에 있어서, 상기 표면 구조는 상기 기판상의 샷(shot) 영역의 높이 차를 고려한 정보를 포함하는 것을 특징으로 하는 노광 장치.

청구항 14.

제 13항에 있어서, 상기 다수의 측정점 및 상기 기판을 서로 상대적으로 주사함으로써 높이 차를 고려한 정보를 얻기 위한 제어 수단을 더 포함하는 것을 특징으로 하는 노광 장치.

청구항 15.

제 14항에 있어서, 상기 조절 수단은 상기 샷 영역에서의 다수의 스텝 영역중 하나를 상기 투영광학계의 상표면에 맞추는 것을 특징으로 하는 노광 장치.

청구항 16.

마스크 위의 패턴상을 투영광학계를 통하여 기판위에 투영하기 위한 노광 장치에 있어서,
상기 투영광학계의 상 필드에 관련하여 소정 위치에 미리 설정된 다수의 측정점에서 상기 투영광학계의 광축 방향에서의 상기 기판의 위치 정보를 검출하기 위한 검출 수단;
측정광 및 상기 기판위 다수의 샷 영역을 서로에 상대적으로 주사하기 위한 주사 수단과,
상기 측정 광 및 상기 다수의 샷 영역 사이의 상대적 이동과 관련하여 상기 각각의 샷 영역내의 다수의 측정점의 위치 정보를 얻고, 상기 각각의 샷 영역에서 오목 및 볼록 부분의 분배를 얻기 위한 제어 수단을 포함하는 것을 특징으로 하는 노광 장치.

청구항 17.

제 16항에 있어서, 상기 샷 영역이 노광될 때 상기 측정광 및 상기 샷 영역의 오목 및 볼록 부분 분배를 사용함으로써 얻어진 방향에서 상기 기판 위치의 검출 결과를 바탕으로 상기 기판 및 상기 투영광학계의 결상면 사이의 상기 투영광학계 광축 방향으로 상대적 위치를 조절하기 위한 조절 수단을 더 포함하는 것을 특징으로 하는 노광 장치.

청구항 18.

마스크위 패턴상을 투영광학계를 통하여 기판위에 투영하기 위한 노광장치를 이용하여 반도체 디바이스를 제조하기 위한 방법으로서,
상기 노광장치는 상기 투영광학계의 상 필드에 관련하여 소정 위치에 미리 설정된 다수의 측정점에서 상기 투영광학계의 광축 방향에서의 상기 기판의 위치 정보를 검출하기 위한 검출 수단;
측정광 및 상기 기판위 다수의 샷(shot) 영역을 서로 상대적으로 주사하기 위한 주사 수단; 및
상기 측정 광 및 상기 다수의 샷 영역 사이의 상대적 이동과 관련하여 상기 각각의 샷 영역내의 다수의 측정점의 위치 정보를 얻고, 상기 각각의 샷 영역에서 오목 및 볼록 부분의 분배를 얻기 위한 제어 수단을 포함하는 것을 특징으로 하는 반도체 디바이스 제조방법.

청구항 19.

마스크 위의 패턴상을 투영광학계를 통하여 스테이지상에 배치된 기판위에 투영하기 위한 투영노광장치에 있어서,
상기 투영광학계의 상 필드에 대하여 소정 위치 관계로 미리 설정된 다수의 측정점에서 상기 투영광학계의 광축 방향으로 상기 기판의 위치 정보를 검출하기 위한 검출 수단;
측정 광 및 상기 기판상의 샷 영역을 서로 상대적으로 주사하기 위하여 상기 스테이지를 이동시키기 위한 주사 수단; 및
상기 측정 광 및 상기 다수의 샷 영역 사이의 상대적 이동과 관련하여 상기 샷 영역의 다수의 지점에서 상기 위치 정보를 얻고 상기 위치 정보 및 상기 스테이지의 이동 표면의 정보를 바탕으로 상기 샷 영역의 오목 및 볼록 부분의 분배를 얻기 위한 제어 수단을 포함하는 것을 특징으로 하는 투영 노광 장치.

청구항 20.

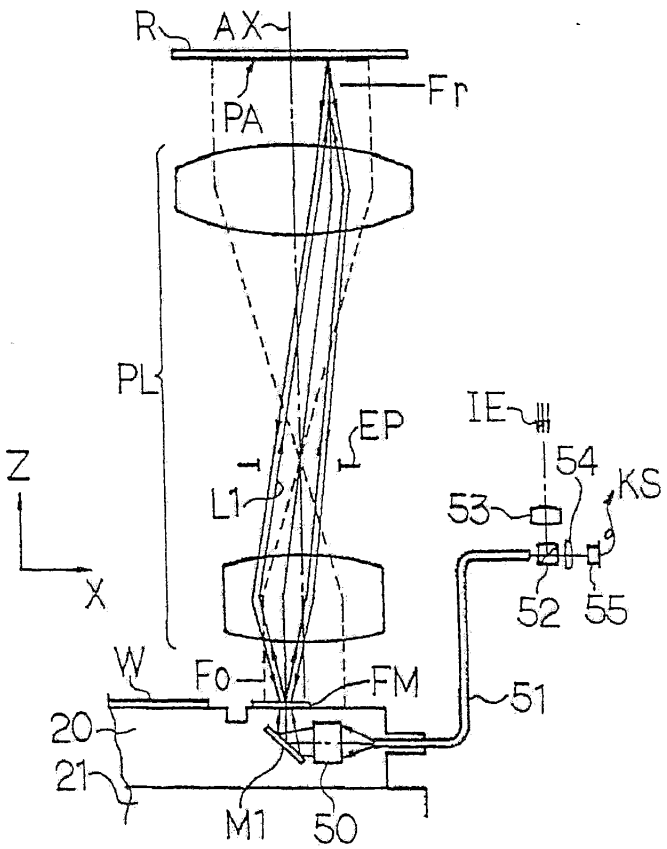
제 19항에 있어서, 상기 샷 영역이 노광될 때, 상기 측정광 및 상기 샷 영역에서 오목 및 볼록 부분의 분배를 사용함으로써 얻어진 상기 방향에서 상기 기판 위치의 검출 결과를 바탕으로 상기 기판 및 상기 투영광학계의 상 평면 사이 상기 투영광학계의 광축 방향으로 상대적 위치를 조절하기 위한 조절 수단을 포함하는 것을 특징으로 하는 투영 노광 장치.

청구항 21.

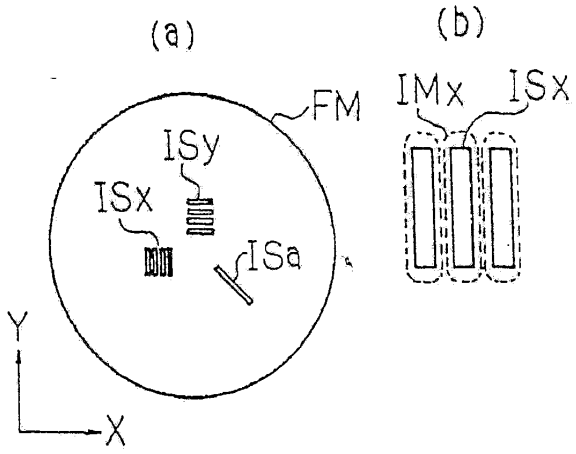
마스크위 패턴상을 투영광학계를 통하여 기판위에 투영하기 위한 노광장치를 이용하여 반도체 디바이스를 제조하기 위한 방법으로서,
상기 노광장치는 상기 투영광학계의 상 필드에 대하여 소정 위치 관계로 미 리 설정된 다수의 측정점에서 상기 투영광학계의 광축 방향으로 상기 기판의 위치 정보를 검출하기 위한 검출 수단;
측정 광 및 상기 기판의 샷 영역을 서로 상대적으로 주사하기 위하여 상기 스테이지를 이동시키기 위한 주사 수단; 및
상기 측정 광 및 상기 다수의 샷 영역 사이의 상대적 이동과 관련하여 상기 샷 영역의 다수의 지점에서 상기 위치 정보를 얻고, 상기 위치 정보 및 상기 스테이지의 이동 표면의 정보를 바탕으로 상기 샷 영역의 오목 및 볼록 부분의 분배를 얻기 위한 제어 수단을 포함하는 것을 특징으로 하는 반도체 디바이스 제조 방법.

도면

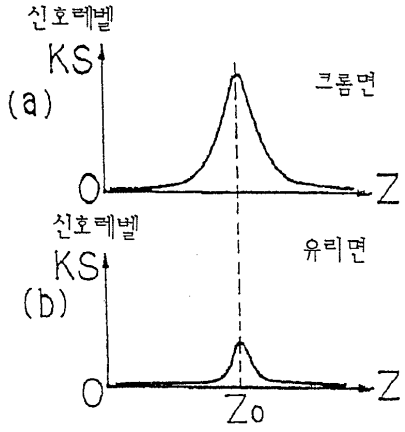
도면1



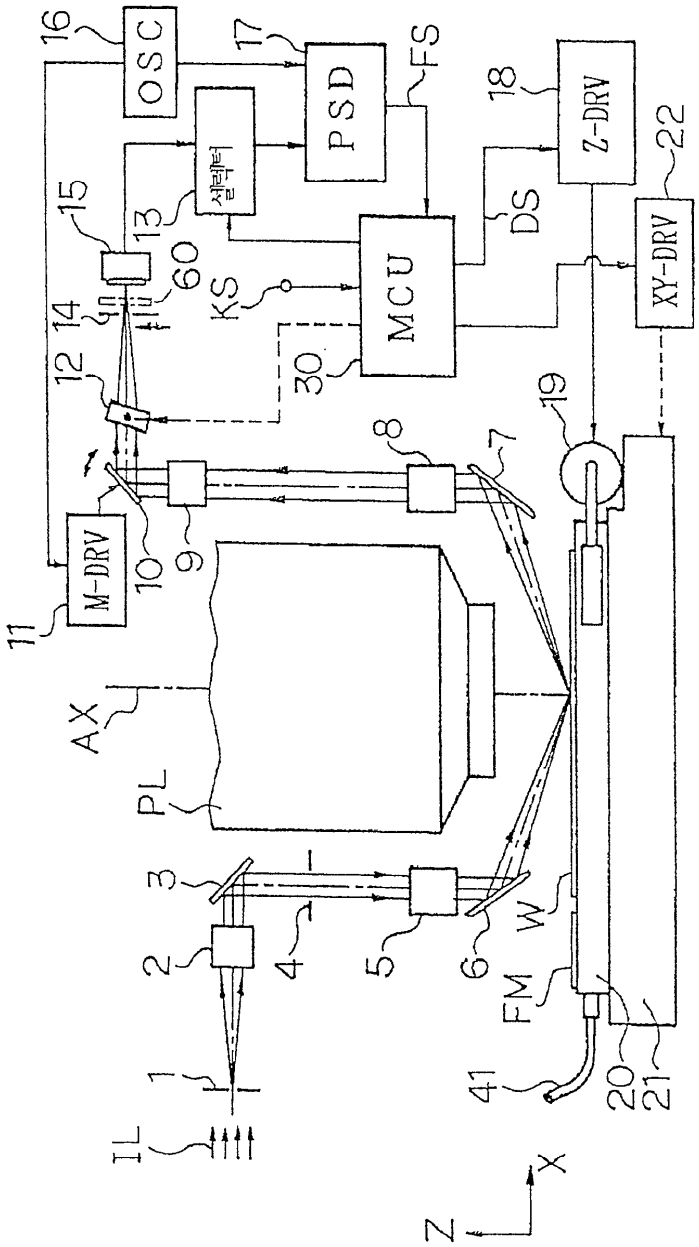
도면2



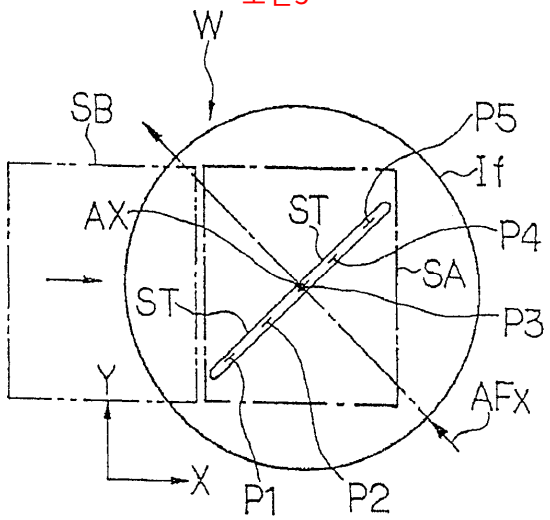
도면3



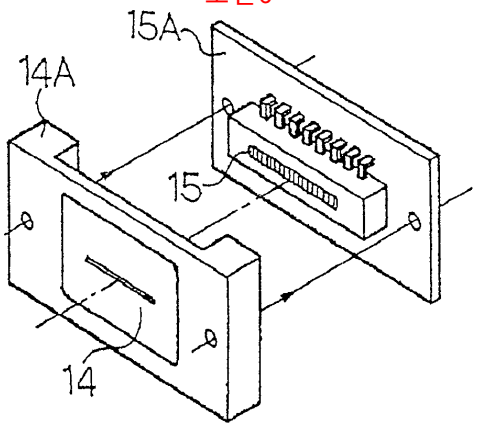
도면4


16
OSC
17
PSD
FS
18
Z-DRV
22
XY-DRV
셀렉터
15
13
60
KS
MCU
DS
14
12
30
19
8
7
M-DRV
10
9
11
AX
PL
3
1
2
4
5
6
W
FM
41
20
21
IL
Z
X

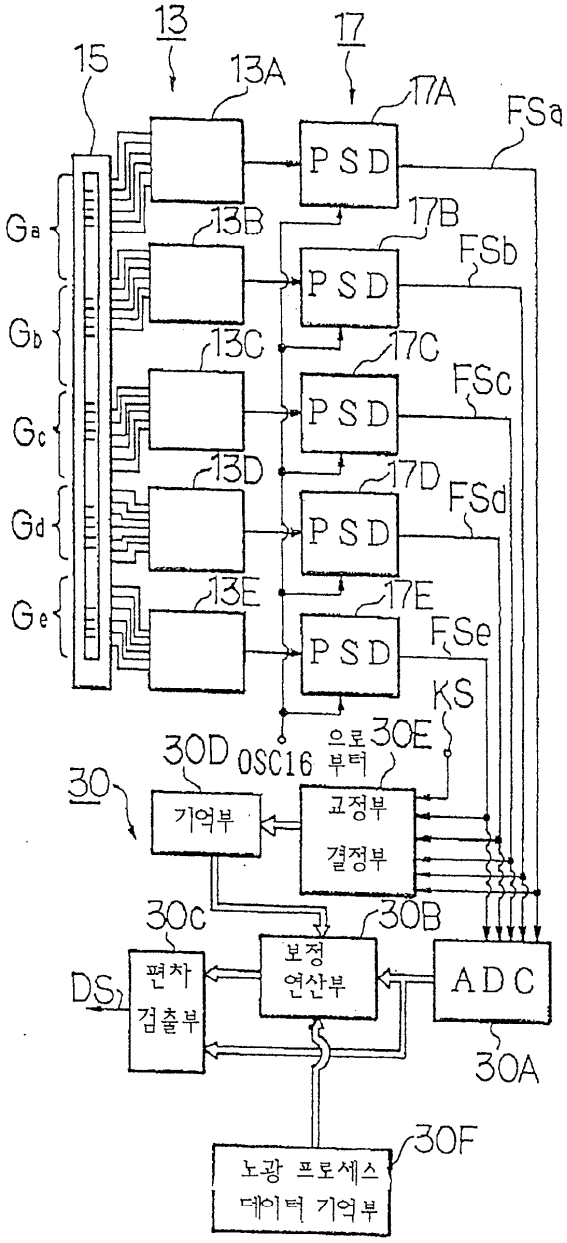
도면5


W
SB
P5
If
AX
ST
P4
SA
ST
P3
Y
AFx
X
P1
P2

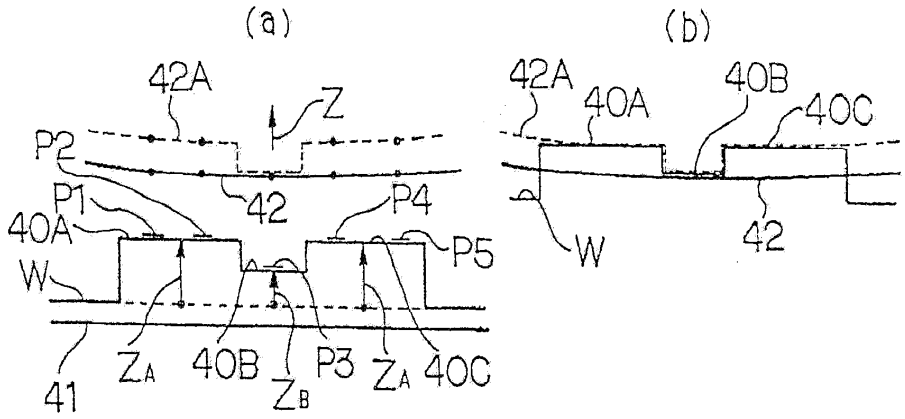
도면6


15A
14A
15
14

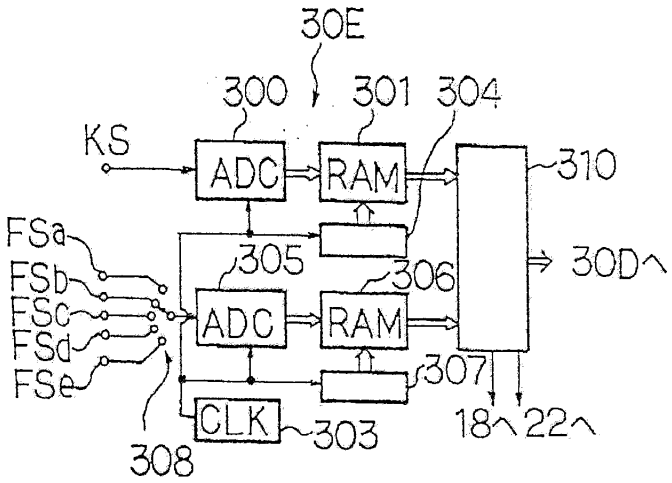
도면7


13
17
15
13A
17A
FSa
PSD
Ga
13B
17B
FSb
Gb
13C
17C
FSc
Gc
13D
17D
FSd
Gd
13E
17E
FSe
Ge
KS
30D
OSC16
으로부터
30E
30
기억부
교정부
결정부
30c
30B
편차
검출부
보정
연산부
ADC
DS
30A
노광 프로세스
데이터 기억부
30F

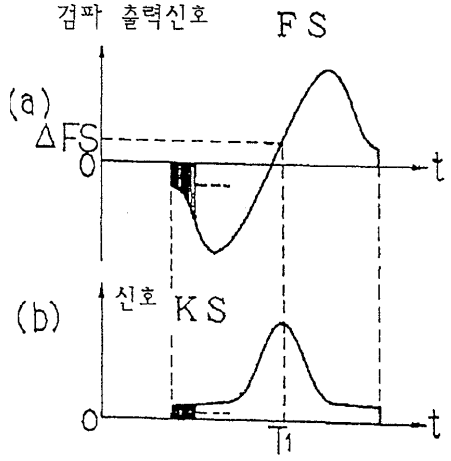
도면8


(a)
(b)
42A
Z
P2
P1
42
P4
40A
P5
W
41
ZA
40B
ZB
P3
ZA
40C
42A
40A
40B
40C
W
42

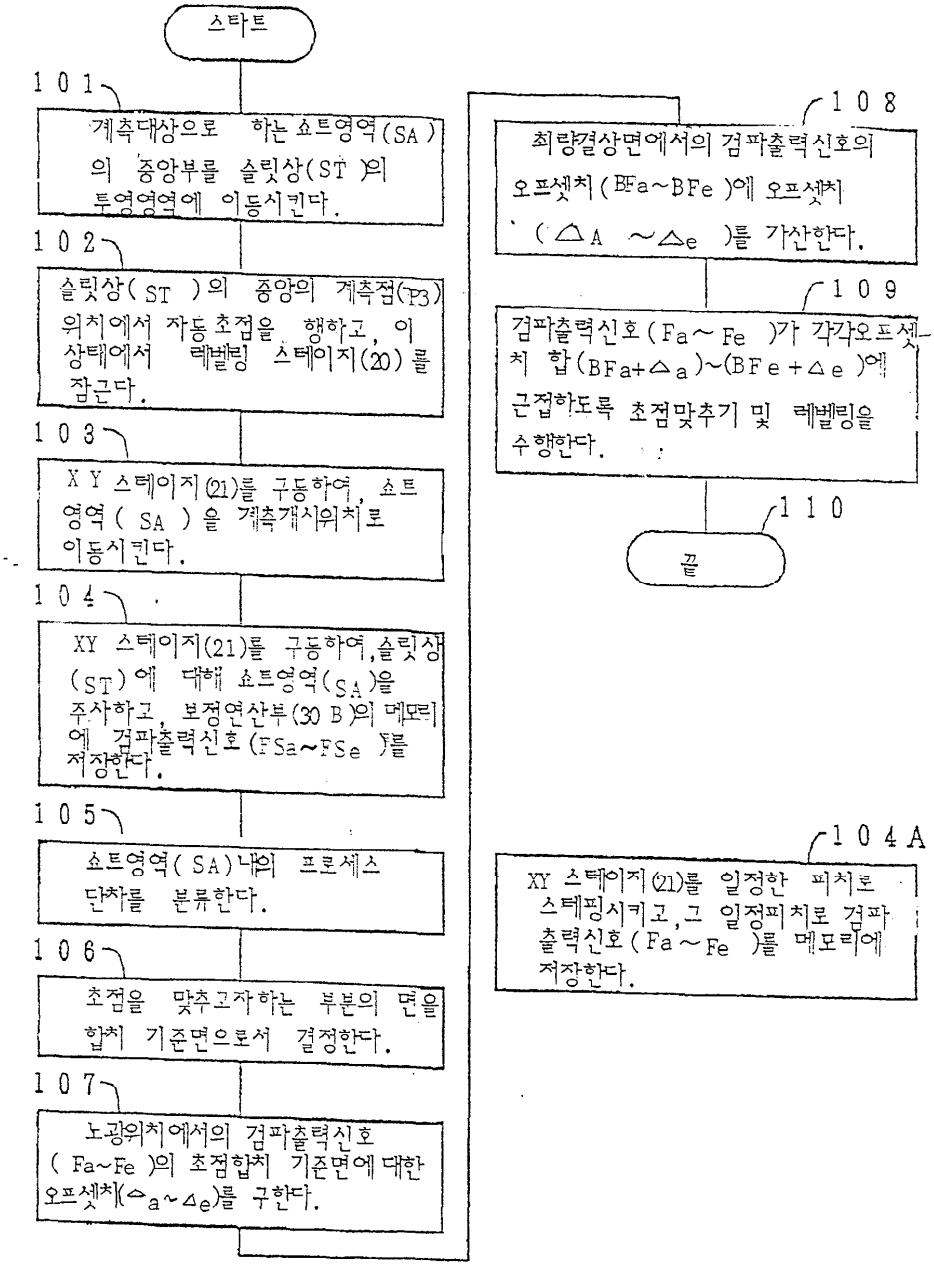
도면9


30E
300
301
304
KS
ADC
RAM
310
FSa
FSb
FSc
FSd
FSe
305
306
ADC
RAM
30D
307
CLK
303
308
18
22

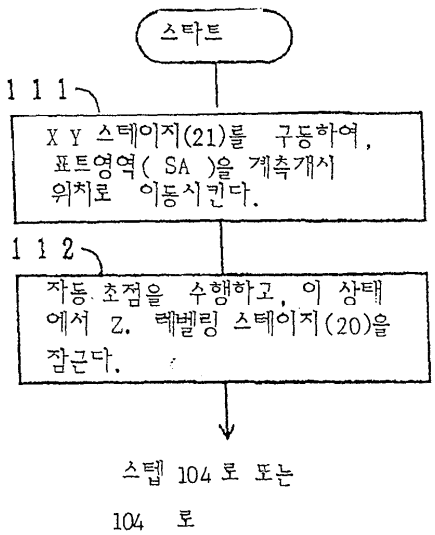
도면10


검파 출력신호
FS
(a)
ΔFS
0
t
(b)
신호
KS
0
t
T1

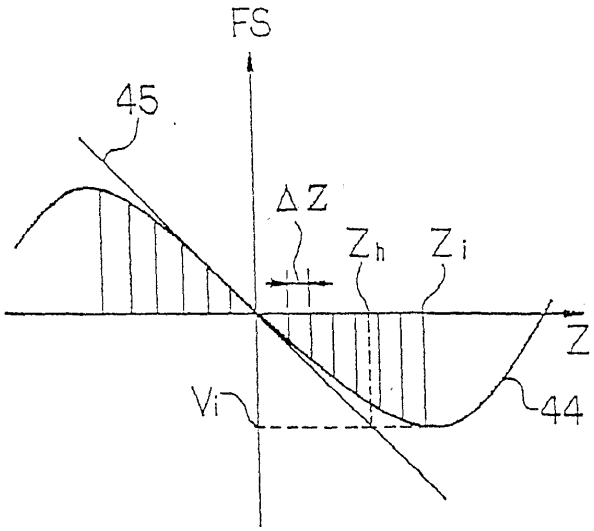
도면11


스타트
101
계측대상으로 하는 쇼트영역(SA)의 중앙부를 슬릿상(ST)의 투영영역에 이동시킨다.
102
슬릿상(ST)의 중앙의 계측점(P3) 위치에서 자동초점을 행하고, 이 상태에서 레벨링 스테이지(20)를 잠근다.
103
XY 스테이지(21)를 구동하여, 쇼트영역(SA)을 계측개시위치로 이동시킨다.
104
XY 스테이지(21)를 구동하여, 슬릿상(ST)에 대해 쇼트영역(SA)을 주사하고, 보정연산부(30B)의 메모리에 검파출력신호(FSa~FSe)를 저장한다.
105
쇼트영역(SA)내의 프로세스 단차를 분류한다.
106
초점을 맞추고자하는 부분의 면을 합치 기준면으로서 결정한다.
107
노광위치에서의 검파출력신호(Fa~Fe)의 초점합치 기준면에 대한 오프셋치(△a~△e)를 구한다.
108
최량결상면에서의 검파출력신호의 오프셋치(BFa~BFe)에 오프셋치(△A ~△e)를 가산한다.
109
검파출력신호(Fa~Fe)가 각각오프셋치 합(BFa+△a)~(BFe+△e)에 근접하도록 초점맞추기 및 레벨링을 수행한다.
110
끝
104A
XY 스테이지(21)를 일정한 피치로 스테핑시키고, 그 일정피치로 검파출력신호(Fa~Fe)를 메모리에 저장한다.

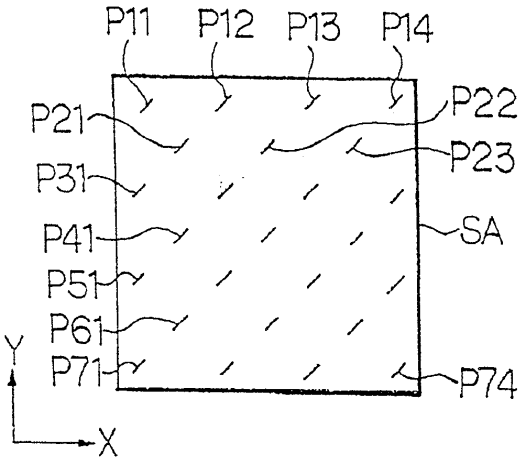
도면12


스타트
111
XY 스테이지(21)를 구동하여, 표트영역(SA)을 계측개시 위치로 이동시킨다.
112
자동초점을 수행하고, 이 상태에서 Z. 레벨링 스테이지(20)을 잠근다.
스텝 104 로 또는
104 로

도면13


FS
45
ΔZ
Zh
Zi
Z
Vi
44

도면14


P11
P12
P13
P14
P21
P22
P23
P31
P41
SA
P51
P61
P71
P74
Y
X

도면15

