(19)대한민국특허청(KR)
(12) 등록특허공보(B1)

(51) 。Int. Cl.[7]
G03F 7/20

(45) 공고일자 2003년11월13일
(11) 등록번호 10-0378430
(24) 등록일자 2003년03월19일

(21) 출원번호 10-1995-0016123
(22) 출원일자 1995년06월13일

(65) 공개번호 특1996-0001901
(43) 공개일자 1996년01월26일

(30) 우선권주장 154117/1994 1994년06월13일 일본(JP)

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

(72) 발명자 사이키카주아키
일본국토쿄세타가야-쿠타마가와다이2-쵸메24-15-509

하마다토모히데
일본국카나가와-켄요코하마-시토추카-쿠요시다-쵸1102-212

(74) 대리인 이정훈

심사관 : 김현숙

(54) 주사형노광장치

요약

본 발명은 마스크 및 기판을 투영 광학계에 상대적으로 이동시키면서 마스크 상에 형성된 패턴을 투영 광학계를 통해 기판 상으로 투영하는 배열로 구성된 주사형 노광 장치에 관한 것이다. 본 발명의 주사형 노광 장치는 기판의 노광 영역이 마스크 패턴의 상 평면과 대략 일치하게 되도록 소정의 레벨링 각도 명령 θ에 기초하여 기판 및 마스크 사이의 이동에 의한 상대적인 경사량을 연속적으로 재어하기 위한 레벨링 제어부, 마스크와 기판 사이에서 상대적인 위치 일탈량을 측정하고 제어하기 위한 위치 일탈 측정 및 제어부, 및 마스크와 기판 사이에서 레벨링 각도 명령에 기초하여 레벨링 제어부의 제어에 의해 유발되는, 상대적인 위치 일탈량을 산출하고 위치 일탈 측정 및 제어부 상에서 상대적인 위치 일탈을 보정하기 위한 위치 일탈 산출 및 보정부로 이루어진다.

대표도

도 1

명세서

도면의 간단한 설명

제 1 도는 피드백 제어 시스템이 제공된 주사형 노광 장치의 구조를 개략적으로 도시한 도면.
제 2 도는 정방향 유입 루프를 갖는 제어 시스템이 제공된 주사형 노광 장치의 구조를 개략적으로 도시한 도면.
제 3 도는 제 2 도에 도시한 마스크 스테이지 및 그 추진 기구의 구조를 도시한 투시도.
제 4 도는 제 2 도에 도시한 기판 스테이지에 대한 레벨링 기구의 구조를 도시한 도면.
제 5 도는 제 2 도에 도시한 위치 일탈 측정 및 제어부의 내부 구조를 도시한 도면.

발명의 상세한 설명

발명의 목적

발명이 속하는 기술 및 그 분야의 종래기술

본 발명은 주사형 노광 장치에 관한 것이며, 보다 상세하게는 대형 액정 디스플레이 장치 등을 제조하는 데에 사용하기에 적합한 주사 노광 장치에 관한 것이다.
대형 액정 디스플레이 장치 등은 대규모 투영 광학계를 필요로 하지 않고 주사형 노광 장치를 사용하여 제조된다.
이런 주사형 노광 장치는 마스크 및 감광성 기판을 동일 방향으로 주사하면서 투영 노광을 수행한다.
일반적으로, 마스크 및 기판의 표면은 보우잉 (bowing) 등으로 인하여 완전히 평평하지는 않다.
그리하여, 각 노광 영역에서 노광하는 동안 상 촛점 일탈을 유발하지 않도록 소위 레벨링 조절에 의해 주사를 수행한다.
본 발명에 따르는 주사형 노광 장치는, 투영 광학계에 상대적으로 마스크 및 기판을 이동시키면서 투영 광학계를 통해 마스크 상에 형성된 패턴을 기판상으로 투광하기 위하여 투영하도록 배열되며, 기판의 노광 영역이 투영 광학계를 통해 형성된 마스크 상의 패턴의 상 평면과 거의 일치하게 되도록, 소정의 레벨링 각도 명령 θ에 기초하여 마스크와 기판 사이의 상대적 경사량을 연속적으로 제어하기 위한 레벨링 제어부, 마스크와 기판 사이에서 상대적인 위치 일탈량을 측정하고 제어하기 위한 위치 일탈 측정 및 제어부, 및 마스크와 기판 사이에서 레벨링 각도 명령에 기초하여 레벨링 제어부의 제어에 의해 유발되는, 상대적인 위치 일탈량을 산출하고 위치 일탈 측정 및 제어부 상에서 상대적인 위치 일탈을 보정하기 위한 위치 일탈 산출 및 보정부로 이루어진다.
또한, 본 발명에 따른 주사형 노광장치는, 상대적으로 이동하는 마스크와 기판의 기판상에 투영 광학계를 통해 마스크상에 패턴을 투영하기 위한 주사형 노광 장치로서, 마스크를 유지하는 이동 가능한 마스크 스테이지와, 기판을 유지하는 이동 가능한 기판 스테이지와, 상기 투영 광학계의 상 평면에 대하여 상기 기판의 상대적인 경사량을 제어하기 위한 상기 이동 가능한 기판 스테이지에 연결된 레벨링 유니트와, 상기 마스크와 상기 기판간의 상대적인 이동기간에, 상기 투영 광학계의 광축에 실질적으로 수직인 방향으로, 상기 마스크와 상기 기판간의 제1의 위치 일탈량을 산출하기 위한, 상기 이동 가능한 마스크 스테이지와 상기 이동 가능한 기판 스테이지에 연결된 위치 일탈 측정부와, 상기 레벨링 유니트가 상기 상대적인 경사를 제어하므로서 발생된 상대적인 제2의 일탈량과, 상기 방향으로 상기 기판과 상기 마스크간의 상대적인 제2위치 일탈량을 산출하기 위한 마이크로 컴퓨터를 갖는 위치 일탈 산출부와, 산출된 제1의 위치 일탈량과 측정된 제2의 위치 일탈량에 기초하여, 상기 마스크와 상기 기판간의 상대 이동기간에 이동 가능한 마스크 스테이지와 이동 가능한 기판 스테이지의 적어도 하나를 구동시키는 보상유니트로 이루어져 있다.
또, 본 발명에 따른 주사형 투영방법은, 마스크와 기판의 동기이동 기간에 기판상에 투영 광학계를 통해 마스크상에 패턴을 투영하는 주사형 투영방법으로서, 상기 마스크와 상기 기판간의 동기이동기간에 상기 투영 광학계의 광축에 실질적으로 수직인 방향으로 상기 마스크와 상기 기판간의 상대적인 제1의 위치 일탈량을 산출하는 단계와, 상기 투영 광학계의 상 평면에 대하여 기판의 경사에 의해 발생된 상대적인 제2의 일탈량과, 상기 방향으로 상기 마스크와 상기 기판간의 상대적인 제2의 위치 일탈량을 산출하는 단계와, 상기 마스크와 상기 기판의 동기 이동기 간에 상기 산출단계와 상기 측정단계에 기초해서, 상기 방향으로 상기 마스크와 상기 기판간의 상기 제1과 제2의 위치 일탈량을 보상하기 위해 상기 마스크와 상기 기판의 적어도 하나를 구동시키는 단계를 포함한다.
또한, 본 발명에 따른 투영 광학계를 통해 기판상에 마스크의 패턴을 노광시키는 주사방법은, 기판과 마스크를 동기로 이동시키는 단계와, 상기 투영 광학계의 상 평면에 대하여 상기 기판의 상대적 경사량을 조정하는 단계와, 위치이동이 조정단계에 의해 발생되고, 상기 마스크와 상기 기판의 동기 이동기간에 상기 투영 광학계의 광축에 실질적으로 수직인 방향으로 상기 마스크와 상기 기판간의 위치이동을 보상하는 단계를 포함한다.
본 발명의 바람직한 측면에서, 산출 및 보정 수단은 레벨링 각도 명령에 기초하여 마스크 및 기판을 상대적으로 이동시키기 위한 속도 성분을 산출하고 위치 일탈 측정 및 제어 수단을 보정한다.
또한, 위치 일탈 측정 및 제어 수단은 마스크와 기판 사이의 상대적인 위치 일탈량을 측정하여 위치 일탈량을 최소화시키기 위해서 마스크 및 기판을 상대적으로 이동시킨다.
기판 스테이지의 레벨링 추진에 의해 유발된 마스크와 기판 사이의 상대적인 일탈은 위치 피드백 루프에 대한 위치 분산 인자이다.
그러나, 작동이 소정의 레벨링 각도 명령에 기초하기 때문에, 보정량은 예측 가능하다.
그리하여, 본 발명은 레벨링 각도 명령에 기초하여, 레벨링 추진에 의한 마 스크와 기판 사이의 상대적인 경사에 의해 유발되는, 마스크와 기판 사이의 상대적인 위치 일탈 예측량을 연속적으로 얻고 위치 피드백에 대한 보정을 위한 위치 예정치를 사용하는 것을 포함한다.
그리고 나서, 위치 피드백 루프는 마스크와 기판 사이에 최종적으로 남아 있는 상태적인 위치 일탈을 최소화하기 위해서 마스크 및 기판을 상대적으로 이동시킨다.
즉, 본 발명은 레벨링 각도 명령에 기초한 레벨링 추진에 의해 유발되는 상대적인 위치 일탈 성분을 얻기 위한 산출 수단을 사용한다.
그리하여, 얻어진 상대적인 위치 일탈량 및 그의 속도 성분을 위치 일탈 측정 및 제어 수단에 대해 정방향 유입 신호로서 제공된다.

정방향 유입 신호에 기초한 보정을 한 후에, 위치 일탈 측정 및 제어 수단은 최종적으로 남아 있는 위치 일탈을 최소화하기 위해서 피드백 제어를 수행한다.
이러한 방식으로, 본 발명의 주사 노광 장치는 피드백 시스템의 안정성을 손상시키기 않고, 즉 반응 밴드를 팽창시키지 않고 상대적인 위치 일탈 중에서 레벨링 추진에 의한 상대적인 위치 일탈을 최소화시킬 수 있다.
본 발명은 하기 상세한 설명 및 첨부된 도면으로부터 보다 충분히 이해될 수 있으며, 이들은 예시적으로 기재된 것이지 본 발명을 한정하는 것은 아니다.
본 발명의 응용 범위는 이하 상세한 설명에 의해 명확해질 것이다.
그러나, 본 발명의 상세한 설명으로부터 본 발명의 정신 및 범위 내에서 다양한 변형 및 수정이 가능하다는 것은 당업자에게는 명백한 것이므로, 발명의 상세 한 설명 및 특정 실시예는 본 발명의 바람직한 예로 기재된 것으로서, 단지 예시적인 것으로 주어진 것이다.
제 1 도는 피드백 제어 시스템이 제공된 주사 노광 장치의 구조를 개략적으로 도시한 도면이다.
제 1 도에서, 조명 광학계(1)는 마스크 스테이지(3) 위에 배치된 마스크(2) 위에 형성된 패턴을 균일하게 조명하며, 패턴은 그 위에 노광하기 위해 투영 광학계(4)를 통해 기판 스테이지 (7) 위에 위치한 감광성 기판(6)으로 투영된다.
마스크 스테이지 (3) 및 기판 스테이지 (7)는 캐리지 (8)에 의해 일체로서 제공되며 투영 노광에 대한 도면의 X 방향으로 주사된다.
일반적으로, 마스크(2) 및 기판(6)의 표면은 보우잉 등의 영향으로 인하여 완전히 평형하지는 않다.
그러므로, 주사 노광 동안 기판(6)의 각 노광 영역에서 상 촛점 일탈의 발생을 방지하기 위해서, 즉 각 노광 영역이 투영 광학계(4)를 통해 형성된 마스크(2) 패턴의 상 평면과 일치하도록 하기 위해서 기판 스테이지 (7)를 전체적으로 X 축 주변 및 Y 축 주변에서 미세하게 기울어지도록 조절(이하, '레벨링 추진(leveling drive)' 또는 '레벨링 조절(leveling adjustment')하면서 노광 주사를 수행할 필요가 있다.
특히, 레벨링 제어 유니트(10)는 마스크 (2) 및 기판(6)의 표면 구조에 상응하는 레벨링 각도 명령에 기초하여 기판 스테이지(7)를 레벨링-추진한다.
주사 노광 동안 레벨링 조절은 마스크(2)와 기판(6) 사이의 X 방향 및 Y 방 향에서 상대적인 위치 일탈을 유발한다.
또한, 상대적인 위치 일탈은 다른 장해 요소(예를 들어, 캐리지의 핏칭 및 회전 동작)에 의해 X 방향 및 Y 방향에서 유발된다.
그리하여, 위치 일탈 측정 및 제어부(9)는 마스크 스테이지(3) 및 기판 스테이지(7) 사이의 상대적인 위치 일탈, 즉 마스크(2)와 기판(6) 사이의 상대적인 위치 일탈을 측정한다.
이 방식에서, 위치 피드백 루프는 실질적으로 레벨링 추진 및 다른 장해 요소에 의해 발생되는 마스크(2)와 기판(6) 사이의 상대적인 위치 일탈을 측정하여 측정된 상대적인 위치 일탈량을 최소화시키기 위해 마스크 스테이지(3)의 위치를 제어하도록 구성된다.
그러나, 이러한 주사형 노광 장치에서, 위치 피드백 루프는 스테이지 추진 기구(5) 등과 같은 역학적 시스템의 공진(resonance)을 포함하며, 그리하여 위치 피드백 루프의 반응 밴드가 넓게 확보될 수 없다.
그러므로 레벨링 추진 또는 다른 장해 요소로 인한 상대적인 위치 일탈의 빈도가 반응 밴드를 넘어서는 경우에는, 필요한 정확도를 넘어서는 상대적인 위치 일탈량이 반응 지체로 인해 남아 있게 된다.
제 2 도는 정방향 유입 루프를 갖는 제어 시스템으로 제공되는 주사형 노광 장치의 구조를 도시한 도면이다.
제 2 도에서, X 축은 그 위에 형성된 소정의 패턴을 갖는 마스크(2) 및 기판(6)의 주사 방향을 따라서 설정되며, Y 축은 마스크(2)에 평행인 평면 내에서 X 축에 수직인 방향을 따라서 설정되고, Z 축은 마스크(2)에 법선 방향을 따라서 설정된다.
제 2 도의 주사형 노광 장치에는 마스크(2)를 균일하게 조명하기 위한 조명 광학계(1)가 제공된다.
마스크(2)는 XY 평면에 거의 평면이 되도록 마스크 스테이지 (3)위에 장착된다.
투영 광학계(4)는 도면에서 마스크(2) 아래에 배치되며, 도면에서 투영 광학계(4) 아래의 기판(6)은 XY 평면에 거의 평행하도록 기판 스테이지(7) 위에 장착된다.
따라서, 투영 광학계 (4)의 광축은 Z 축에 평행하다.
마스크 스테이지(3) 및 기판 스테이지(7)는 일반 캐리지(8)에 의해 일체로서 제공된다.
그리하여, 마스크 스테이지(3)는 마스크 스테이지 추진 기구(5)에 의해 X 방향 및 Y 방향으로 이동 가능하다.
제 3 도에 도시된 바와 같이, 마스크 스테이지 추진 기구(5)의 X 방향 추진 기구는 예를 들어 타코-발생기가 달린 회전 모터, 및 모터의 출력 샤프트의 회전 동작을 직선 방향 이동으로 전환시키기 위한 기구(예를 들어 피드 스크루, 너트, 및 레버로 구성됨)로 구성된다.
마스크 스테이지 추진 기구(5)에서 Y-방향 추진 기구 역시 유사한 구조를 갖는다.
제 2 도의 주사형 노광 장치에는 마스크(2)와 기판(6) 사이에서 상대적인 위치 일탈을 측정하기 위한 위치 일탈 측정 및 제어부(11) (후술함)도 또한 제공된다.
마스크(2)와 기판(6) 사이의 상대적인 위치 일탈 측정은, 예를 들어 마스크 스테이지(3) 및 기판 스테이지(7) 위에 각각 장착된 상응하는 방사 거울로 레이저 광속을 방출하고 각 반사 거울에 의해 반사된 레이저 광속의 인터페로미터 광을 수신하기 위한 레이저 인터페로미터를 사용하여 수행된다.
제 2 도의 주사형 노광 장치에는 추가로 미리 측정된 마스크(2) 및 기판(6)의 표면 구조에 상응하는 레벨링 각도 명령(레벨링 추진 명령)에 기초하여, 기판 스테이지(7)의 레벨링 추진을 제어하기 위한 레벨링 제어부(10)가 제공된다.
레벨링 제어부(10)는 예를 들어 마이크로컴퓨터 및 그의 주변 회로로 구성된다.
한편, 기판 스테이지(7)는 도시되지 않은 적합한 수단에 의해 주사 노광 동안 Z 방향에서 미세하게 조절되도록 배열된다.

제 4 도는 제 2 도의 기판 스테이지(7)에 대한 레벨링 기구의 구조를 도시한 도면이다.
제 4 도에서 기판(6)이 장착된 기판 스테이지(7)는 플레이트 스프링(31)을 통해 캐리지(8)에 의해 XY 평면과 평행하게 제공된다.
기판 스테이지(7) 상의 몇 군데 지점은 회전-해독 전환 기구(32)에 의해 Z 방향에서 미세하게 이동할 수 있도록 배열된다.
또한, 기판 스테이지(7) 상에서는 위치 일탈 측정 및 제어부(11)로부터 인터페로미터 측정 LB 을 위한 레이저 광속을 반사하는 반사 거울(36)이 제공된다.
각 회전-해독 전환 기구(32)는 X 방향에서 확장되고 엔코더(encoder)를 갖는 모터(33)의 출력 샤프트에 부착된 나사 샤프트(34), 및 샤프트(34)와 맞물린 암 스크루부(37)를 갖는다.
암 스크루부(37)의 바닥 면은 캐리지(8) 상에서 X 방향으로 미끄러질 수 있으며, 그의 선단면은 X 축에 대해 경사면이다.
암 스크루부(37)의 경사 선단면은 기판 스테이지(7)의 레그(35)의 경사 바닥면과 접촉하고 있다.
이러한 구조에서, 인코더-부가 모터(33)가 추진되는 경우에는, 샤프트(34)가 회전하여 암 스크루부(37)가 그 회전 방향을 따라서 ±X 방향으로 이동한다.
결과적으로, 암 스크루부(37)의 경사 선단면에 접촉하도록 제공된 기판 스테이지 (7)의 레그(35)는 도면에서 상하(Z 방향)로 전환되어 이동한다.
제 4 도에서는 X 방향으로 확장된 출력 샤프트를 갖는 단지 2 개의 모터(33) 및 그에 상응하는 두 회전-해독 전환 기구(32)를 도시한다.
그러나, 기판 스테이지(7)용 레벨링 기구는 적어도 X 방향으로 확장된 출력 샤프트를 갖는 3 개의 모터(33) 및 그에 상응하는 3개의 회전-해독 전환 기구(32), 및 적어도 Y 방향으로 확장된 출력 샤프트를 갖는 3 개의 모터(도시되지 않음) 및 그에 상응하는 3 개의 회전-해독 전환 기구(도시되지 않음)로 구성된다.
각 모터(33)는 레벨링 제어부(10)에 의해 서로 독립적으로 제어된다.
결과적으로, 기판 스테이지 (7)는 X 축 및 Y 축 주위를 적당히 미세하게 기울어지도록 전체적으로 조절된다.
제 4 도에 도시된 바와 같이, 이 배열에서 X 방향으로 확장된 출력 샤프트를 갖는 모터(33)는 적당하게 추진되며, 기판 스테이지(7), 차례로 기판(6)이 중심으로서 레벨링 회전 중심 C 와 Y 축 주위를 θ 각도만큼 기울어질 수 있다.
결과적으로, 레벨링 회전 중심 C 로부터 Z 방향에서 L 만큼 떨어진 기판(6)의 선단면의 각 지점은 X 방향에서 $X_d = L \cdot \sin\theta$ 의 위치 일탈을 보인다.
제 4 도에서, 이점쇄선은 기판(6)의 위치 및 시판 스테이지(7)의 레벨링 추진에 의해 기울어진 반사 거울(36)을 나타낸다.
인터페로미터 측정 레이저 광속 LB 은 기판(6)의 선단면과 동일한 높이에서 입사되도록 배열되기 때문에, 반사 거울(36) 상에서 인터페로미터 측정 레이저 광속 LB 의 반사 지점은 X 방향에서 X_d 의 위치 일탈을 나타낸다.
이 방식에서, 위치 일탈 측정 및 제어부(11)의 레이저 인터페로미터는 레벨링 조절에 의해 측정된 바와 같이 X 방향에서 기판(6)의 위치 일탈량 X_d 를 측정할 수 있다.
다음은 본 발명의 주사 노광 장치에서 상대적 위치 일탈의 보정 작동을 제 5 도를 참조하여 설명한다.
상기한 바와 같이, 레벨링 추진은 서로 독립적으로 X 축 주위 및 Y 축 주위에서 수행된다.
그리하여, 본 발명은 간편성을 위해서 Y 축 주위의 레벨링 추진에만 집속하는 작동, 즉 제 4 도에 도시된 경우에 대해서 기재하고 있다.
주사형 노광 동안 호스트 컴퓨터는 노광 영역의 X 방향(주사 방향)에서 좌표 x 의 함수로서 주어진 레벨 각도 명령 $\theta = f(x)$를 위치 일탈 측정 및 제어부(11) 및 레벨링 제어부(10)로 출력한다.
레벨링 제어부(10)는 레벨링 각도 명령 θ 에 기초하여 기판 스테이지(7)를 레벨링 추진하여 기판(6)의 노광 영역이 투영 광학계(4)를 통해 형성된, 마스크(2) 패턴의 상 평면과 거의 일치하게 된다.
상술한 바와 같이, 레벨링 각도 명령 θ 에 기초한 기판 스테이지(7)의 레벨링 추진은 기판(6)과 마스크(2) 사이에서 X 방향으로 $X_d = L \cdot \mathrm{Sin}\theta$ 의 상대적 위치 일탈을 유발한다.
한편, 레벨링 각도 명령 θ 을 수신하는 위치 일탈 측정 및 조절부(11)에서 마이크로컴퓨터 및 그 주변 회로는 레이저 인터페로미터 시스템 (11A) (제 6 도)에 의해 측정된 상대적 위치 일탈량 xd 및 레벨링 각도 명령 θ 을 일정한 샘플링 간격 Δt (예를 들어, 1 msec)으로 수신하여 다음의 계산을 수행한다.
다음 식에서, 첨자 k 및 k-1 은 각각 k 번째 및 (k-1) 번째 샘플링을 나타낸 다.

$$v_{Pk} = a \times x_k \quad (1)$$

$$v_{Lk} = L \times (\sin\theta_k - \sin\theta_{k-1}) \quad (2)$$

$$v_{Sk} = v_{Pk} + v_{Lk} \quad (3)$$

$$v_{Ck} = b \times x_{Sk} \quad (4)$$

상기식에서,
a : 상대적 위치 일탈량을 그의 속도 성분으로 전환시키기 위한 상수 또는 변수;
b : 마스크 스테이지 추진 기구 (5)의 해독-회전 전환의 상수;
V_{Pk} : 측정된 상대적 위치 일탈량으로부터 산출된 속도 성분;
V_{Lk} : 레벨형에 의한 상대적 위치 일탈의 속도 성분;

V_{Sk} : 레벨링에 의한 상대적 위치 일탈의 속도 성분;
V_{Ck} : 마스크 스테이지 추진 기구(5)의 모터 회전 속도 성분.
식(1)에서는 k 번째 샘플링에서 채집된 마스크(2)와 기판(6) 사이의 상대적 위치 일탈량 X_k 을 보정하기 위하여 X 방향으로 추진되는 마스크 스테이지 (3)에 대한 속도 명령 V_{Pk} 을 구한다(k 번째 레벨링 각도 명령 θ_k 에 기초한 레벨링 추진에 의해 발생되는 상대적 위치 일탈량을 고려하지 않음).
식(1)의 작동은 증배기(multiplier) (11E)에 의해 수행된다(제 6 도).
식(2)에서는 (k-1) 번째 레벨링 각도 명령 θ_{k-1} 및 k 번째 레벨링 각도 명령 θ_k 에 기초하여 k 번째 레벨링 추진만으로 발생되는 마스크(2) 기판(6) 사이의 상대적 위치 일탈량을 보정하기 위한 속도 명령 V_{Lk} 을 구한다.
식(2)의 산출은 위치 일탈 산출부 (11B)에 의해 수행된다(제 6 도).
식 (3)에서는 실제로 측정된 상대적인 위치 일탈량 및 k 번째 레벨링 각도 명령 θ_k 에 기초한 레벨링 추진에 의해 유발되는 상대적인 위치 일탈량을 속도 명령 V_{Pk} 및 V_{Lk} 를 부가함으로써 보정하기 위한 속도 명령 V_{Sk} 을 구한다.
즉, 최종 속도 명령 V_{Sk} 은 정방향 유입에 의한 V_{Lk} 에 피드백에 의한 V_{Pk} 에 부가하여 구한다.
식(4)에서는 식(3)에서 구한 속도 명령 V_{Sk} 을 마스크 스테이지 추진 기구(5)의 해독-회전 전환 상수에 기초하여 추진 기구(5)의 모터 회전 속도 명령 V_{Ck} 으로 전환시킨다.
식(4)의 산출은 증배기 (11F)(제 6 도)에 의해 수행된다.
그리하여 위치 일탈 측정 및 제어부(11)에서 마이크로컴퓨터 및 그 주변 회로에 의해 산출된 모터 회전 속도 명령 V_{Ck} 은 D/A 컨버터 (11C)(제 6 도)로 출력된다.
D/A 컨버터 (11C)는 모터 회전 속도 명령 V_{Ck} 를 동종 신호로 전환시켜서 이 동종 신호를 속도 제어 회로 (11D)(제 6 도)에 출력한다.
속도 제어 회로(11D)는 D/A 컨버터(11C)로부터의 동종 신호를 수신하여 모터 추진 신호를 마스크 스테이지 추진 기구(5)로 출력한다.
추진 기구(5)는 모터 추진 신호에 기초하여 X 방향에서 마스크 스테이지(3), 차례로 마스크(2)를 적당하게 이동시켜서, 기판에 대한 상대적 위치 일탈량 X_d 을 보정한다.
본 실시예의 주사 노광 장치는 상기한 바와 같이 레벨링에 의해 발생된 마스크(2)와 기판(6) 사이의 상대적인 위치의 예상 일탈량을 갖는 정방향 유입 루프를 사용하여 일탈을 보정하도록 배열되어 있기 때문에, 레벨링 각도 명령 θ 도 역시 위치 일탈 측정 및 제어부(11)로 입력된다.
그리하여, 레벨링 추진에 의해 발생하는 상대적 위치 일탈량은 입력된 레벨링 각도 명령 θ 에 기초하여 산출되며, 이렇게 산출된 값은 보정 신호로서 적용되어 마스크(2)와 기판(6) 사이의 상대적 위치 일탈량을 최소화시키는 제어를 한다.
상기 실시예에서는 마스크(2) 및 기판(6)이 XY 평면에서 마스크(2)를 추진함으로써 서로 상대적으로 이동되는 예를 보이고 있으나, 마스크(2) 및 기판(6) 모두 또는 기판(6)에서만 XY 평면에서 추진될 수 있다는 것은 분명하다.
또한, 상기 실시예에서는 마스크(2)와 기판(6) 사이의 상대적인 위치 일탈을 측정하기 위한 수단으로서 레이저 인터페로미터를 도시하고 있으나, 측정 수단이 레이저 인터페로미터에 한정되지 않음은 당연하다.
본 발명은 상기 실시예에 제한되는 것은 아니며, 본 발명의 요지를 벗어나지 않는 범위내에서 다양한 배열 및 변형이 가능하다.
상술한 발명으로부터, 본 발명은 여러 형태로 변형될 수 있으며, 이러한 변형은 모두 본 발명에 속하는 것으로 보아야 할 것이며 당업자에 명백한 이러한 변형은 다음에 첨부되는 특허청구 범위에 속하는 것으로 보아야 할 것이다.
1994. 6. 13. 자 출원된 기본 일본국 출원 제 (154117/1994) 호가 본 발명의 참조자료로 사용할 수 있다.

(57) 청구의 범위

청구항 1.

마스크 및 기판의 투영 광학계로의 상대적으로 이동하는 동안 상기 투영 광학계를 통해 형성된 상기 마스크 상의 패턴의 상 평면이 상기 기판 위의 노광 영역과 일치하게 되도록, 소정의 레벨링 각도 명령에 기초하여 상기 마스크와 상기 기판 사이의 상대적 경사량을 연속적으로 제어하기 위한 레벨링 제어부;
상기 마스크와 상기 기판 사이에서 상기 투영 광학계의 광축에 수직인 방향으로의 상대적 위치 일탈량을 측정하기 위한 위치 일탈 측정부; 및
상기 마스크와 상기 기판 사이에서 상기 투영 광학계의 광축에 수직인 방향으로의 상대적 위치 일탈량을 제어하기 위한 위치 일탈 제어부로 이루어지며,
상기 위치 일탈 제어부는 상기 레벨링 각도 명령에 기초하여, 상기 레벨링 제어부가 상기 경사량을 제어하는 경우에 발생하는, 상기 마스크와 상기 기판 사이에서 상기 투영 광학계의 광축에 수직인 방향으로의 상대적인 위치 일탈량을 산출하기 위한 위치 일탈 산출부로 이루어지며;
상기 위치 일탈 산출부에 의해 산출된 위치 일탈량이 위치 일탈 제어부에서 제어 시스템으로 정방향유입 루프를 통해 제공됨을 특징으로 하는, 상기 마스크 및 상기 기판이 각각 투영 광학계로 이동하는 동안 그 위에서 노광을 수행하도록 마스크 상의 패턴을 투영 광학계를 통해 감광성 기판 상으로 투영하기 위한 주사형 노광 장치.

청구항 2.

제 1 항에 있어서,
레벨링 제어부가 상기 기판의 경사를 제어함을 특징으로 하는 주사형 노광 장치.

청구항 3.
제 1 항에 있어서,
위치 일탈량 측정부가 각 반사 거울로부터의 두 반사 광속을 간섭시키기 위해 상기 마스크 및 상기 기판에 대해서 고정적으로 두 반사 거울을 향하여 각 레이저 광속을 방출하기 위한 레이저 인터페로미터로 이루어짐을 특징으로 하는 주사형 노광 장치.

청구항 4.
제 1 항에 있어서,
위치 일탈 제어부가 속도 제어에 의해 상기 위치 일탈량을 제어함을 특징으로 하는 주사형 노광 장치.

청구항 5.
제 1 항에 있어서,
위치 일탈 제어부가 상기 투영 광학계의 광축에 수직인 방향으로 상기 마스크 부분을 제어함을 특징으로 하는 주사형 노광 장치.

청구항 6.
제 1 항에 있어서,
위치 일탈 제어부가 상기 투영 광학계의 광축에 수직인 방향으로 상기 기판 부분을 제어함을 특징으로 하는 주사형 노광 장치.

청구항 7.
제 1 항에 있어서,
위치 일탈 제어부가 상기 투영 광학계의 광축에 수직인 방향으로 상기 마스크 및 상기 기판 부분을 제어함을 특징으로 하는 주사 노광 장치.

청구항 8.
제 1 항에 있어서,
위치 일탈 산출부가 상기 마스크와 상기 기판 사이에서 상기 투영 광학계의 광축에 수직인 방향으로 상대속도를 산출함을 특징으로 하는 주사형 투영 광학계.

청구항 9.
제 1 항에 있어서,
위치 일탈 산출부가 θ가 상기 레벨링 각도 명령인 sinθ에 비례하는 값으로 상기 마스크와 상기 기판 사이에서 상기 투영 광학계의 광축에 수직인 방향에서 상대적인 위치 일탈량을 산출함을 특징으로 하는 주사형 노광 장치.

청구항 10.
상대적으로 이동하는 마스크와 기판의 기판상에 투영 광학계를 통해 마스크상에 패턴을 투영하기 위한 주사형 노광 장치로서,
마스크를 유지하는 이동 가능한 마스크 스테이지와,
기판을 유지하는 이동 가능한 기판 스테이지와,
상기 투영 광학계의 상 평면에 대하여 상기 기판의 상대적인 경사량을 제어 하기 위한 상기 이동 가능한 기판 스테이지에 연결된 레벨링 유니트와,
상기 마스크와 상기 기판간의 상대적인 이동기간에, 상기 투영 광학계의 광축에 수직인 방향으로, 상기 마스크와 상기 기판간의 제1의 위치 일탈량을 산출하기 위한, 상기 이동 가능한 마스크 스테이지와 상기 이동 가능한 기판 스테이지에 연결된 위치 일탈 측정부와,
상기 레벨링 유니트가 상기 상대적인 경사를 제어하므로서 발생된 상대적인 제2의 일탈량과, 상기 방향으로 상기 기판과 상기 마스크간의 상대적인 제2위치 일탈량을 산출하기 위한 마이크로 컴퓨터를 갖는 위치 일탈 산출부와,
산출된 제1의 위치 일탈량과 측정된 제2의 위치 일탈량에 기초하여, 상기 마스크와 상기 기판간의 상대 이동기간에 이동 가능한 마스크 스테이지와 이동 가능한 기판 스테이지 중 하나를 구동시키는 보상유니트로 구성된 것을 특징으로 주사형 노광 장치.

청구항 11.
제10항에 있어서,
위치 일탈 산출부가 상기 마스크와 기판에 상대적으로 고정된 두 개의 반사 거울 쪽으로 각 레이저 비임을 발산하는 레이저 인터페로미터로 구성된 것을 특징으로 하는 주사형 노광 장치.

청구항 12.
제10항에 있어서,
위치 일탈 산출부가 투영 광학계의 광축에 수직인 방향으로 상기 마스크와 상기 기판 중 하나의 위치를 산출하는 것을 특징으로 하는 주사형 노광 장치.

청구항 13.
제10항에 있어서,
위치 일탈 산출부가 상기 마스크와 상기 기판간의 상기 투영 광학계의 광축에 수직인 방향으로 상대적인 속도를 산출하는 것을 특징으로 하는 주사형 노광 장치.

청구항 14.
제10항에 있어서,

위치 일탈 산출부가, θ가 상대적인 경사에 대응하고 sinθ에 비례하는 값으로서, 상기 투영 광학계의 광축에 수직인 방향으로 상기 마스크와 상기 기판간의 상대적인 제2의 위치 일탈량을 산출하는 것을 특징으로 하는 주사형 노광 장치.

청구항 15.

제10항에 있어서,

상기 위치 일탈 산출부에 연결된 정방향 유입 루프로 구성되고, 위치 일탈 산출부에 의해 산출된 상대적인 제2의 위치 일탈량이 정방향 유입 루프를 통해 상기 보상 유니트로 공급되는 것을 특징으로 하는 주사형 노광 장치.

청구항 16.

마스크와 기판의 동기이동기간에 기판상에 투영 광학계를 통해 마스크상에 패턴을 투영하는 주사형 투영방법으로서,

상기 마스크와 상기 기판간의 동기이동기간에 상기 투영 광학계의 광축에 수 직인 방향으로 상기 마스크와 상기 기판간의 상대적인 제1의 위치 일탈량을 산출하는 단계와,

상기 투영 광학계의 상 평면에 대하여 기판의 경사에 의해 발생된 상대적인 제2의 일탈량과, 상기 방향으로 상기 마스크와 상기 기판간의 상대적인 제2의 위치 일탈량을 산출하는 단계와,

상기 마스크와 상기 기판의 동기 이동기간에 상기 산출단계와 상기 측정 단계에 기초해서, 상기 방향으로 상기 마스크와 상기 기판간의 상기 제1과 제2의 위치 일탈량을 보상하기 위해 상기 마스크와 상기 기판 중 하나를 구동시키는 단계를 포함하는 것을 특징으로 하는 주사형 투영방법.

청구항 17.

제16항에 있어서,

보상단계가 상기 마스크의 이동속도를 제어하므로서 수행되는 것을 특징으로 하는 주사형 투영방법.

청구항 18.

제16항에 있어서,

상기 상대적인 제2의 위치 일탈량이 정방향 유입 루프를 사용하기 위해 보상되는 것을 특징으로 하는 주사형 투영방법.

청구항 19.

제16항에 따른 방법에 의해 패턴이 노광된 기판.

청구항 20.

기판상에 패턴이 전송되는 기간에 패턴을 갖는 기판과 마스크를 동기로 이동시키는 스테이지와,

상기 기판상에 상기 패턴을 투영하기 위한 상기 마스크와 상기 기판간에 위치한 투영 광학계와,

상기 투영 광학계의 상 평면에 대하여 상기 기판의 상대적인 경사량을 조정하기 위해 상기 스테이지에 연결된 레벨링 유니트와,

상기 마스크와 상기 기판의 동기 이동기간에 상기 레벨링 유니트가 구동되면 위치이동이 발생하고, 상기 투영 광학계의 광축에 수직인 방향으로 상기 마스크와 상기 기판간의 위치이동을 보정하기 위한 상기 스테이지에 연결된 보상 유니트로 구성된 것을 특징으로 하는 주사형 노광 장치.

청구항 21.

제20항에 있어서,

상기 스테이지는 상기 마스크를 그 위로 이동시키기 위해 상기 마스크를 장착시키기 위한 마스크 스테이지로 구성되고, 상기 마스크 스테이지의 이동에 의해 상기 마스크의 위치를 조정하는 상기 보상 유니트로 구성된 것을 특징으로 하는 주사형 노광 장치.

청구항 22.

제21항에 있어서,

상기 보상유니트가 상기 마스크 스테이지의 속도를 제어하므로서 상기 마스크의 위치를 조정하는 것을 특징으로 하는 주사형 노광 장치.

청구항 23.

제20항에 있어서,

상기 방향이 상기 스테이지의 이동방향과 대응하는 상기 투영 광학계의 상기 광축에 수직인 것을 특징으로 하는 주사형 노광 장치.

청구항 24.

투영 광학계를 통해 기판상에 마스크의 패턴을 노광시키는 주사방법으로서,

기판과 마스크를 동기로 이동시키는 단계와,

상기 투영 광학계의 상 평면에 대하여 상기 기판의 상대적 경사량을 조정하는 단계와,

위치이동이 조정단계에 의해 발생되고, 상기 마스크와 상기 기판의 동기 이동기간에 상기 투영 광학계의 광축에 수직인 방향으로 상기 마스크와 상기 기판간의 위치이동을 보상하는 단계를 포함하는 것을 특징으로 하는 주사방법.

청구항 25.

제24항에 있어서,

보상단계가 상기 마스크의 이동속도를 제어하므로서 수행되는 것을 특징으로 하는 주사방법.

청구항 26.

제24항에 있어서,

상기 투영 광학계의 상기 광축에 수직인 방향으로 상기 마스크와 상기 기판간의 위치이동이 정방향 유입 루프를 사용하기 위해 보상되는 것을 특징으로 하는 주사방법.

청구항 27.

제24항에 있어서,

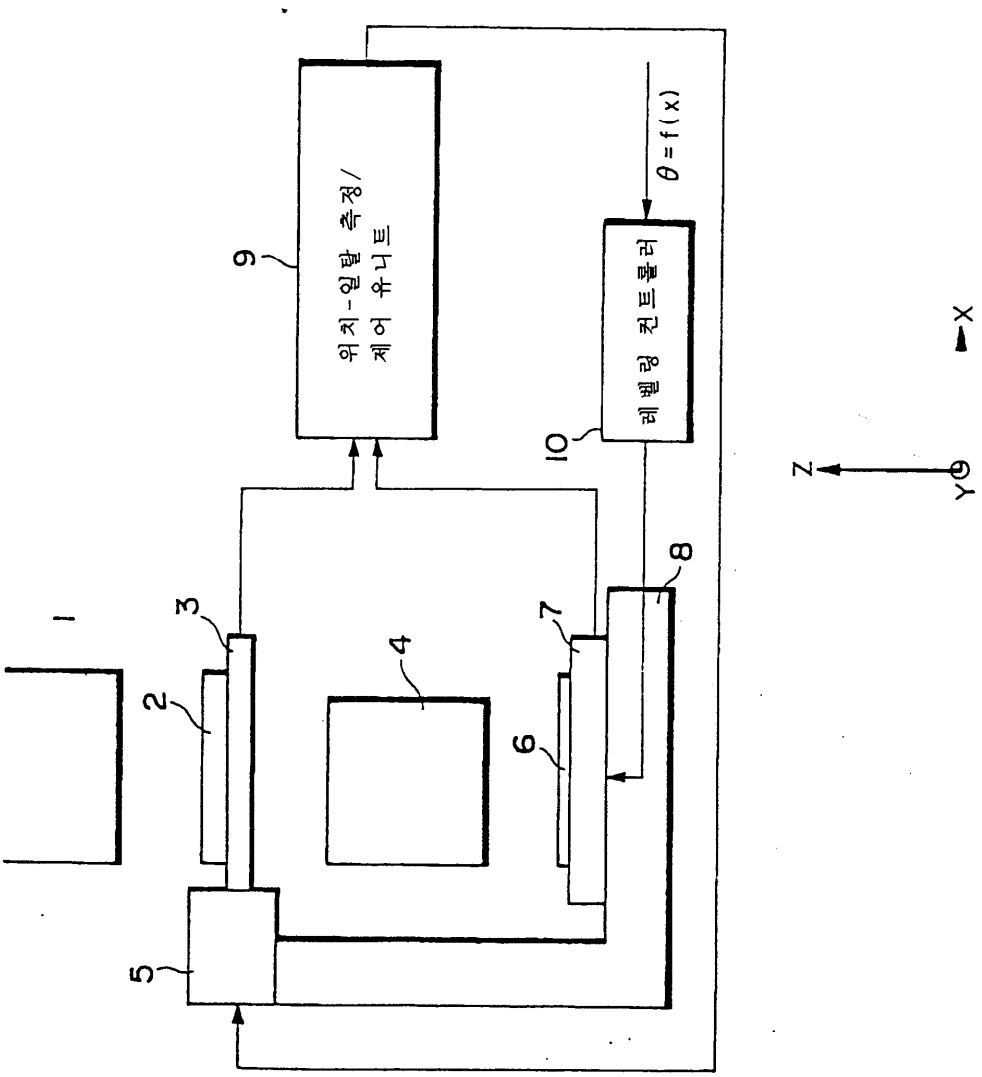
상기 방향이 상기 기판과 상기 마스크의 이동방향에 대응하는 상기 투영 광학계의 상기 광축에 수직인 방향인 것을 특징으로 하는 주사방법.

청구항 28.

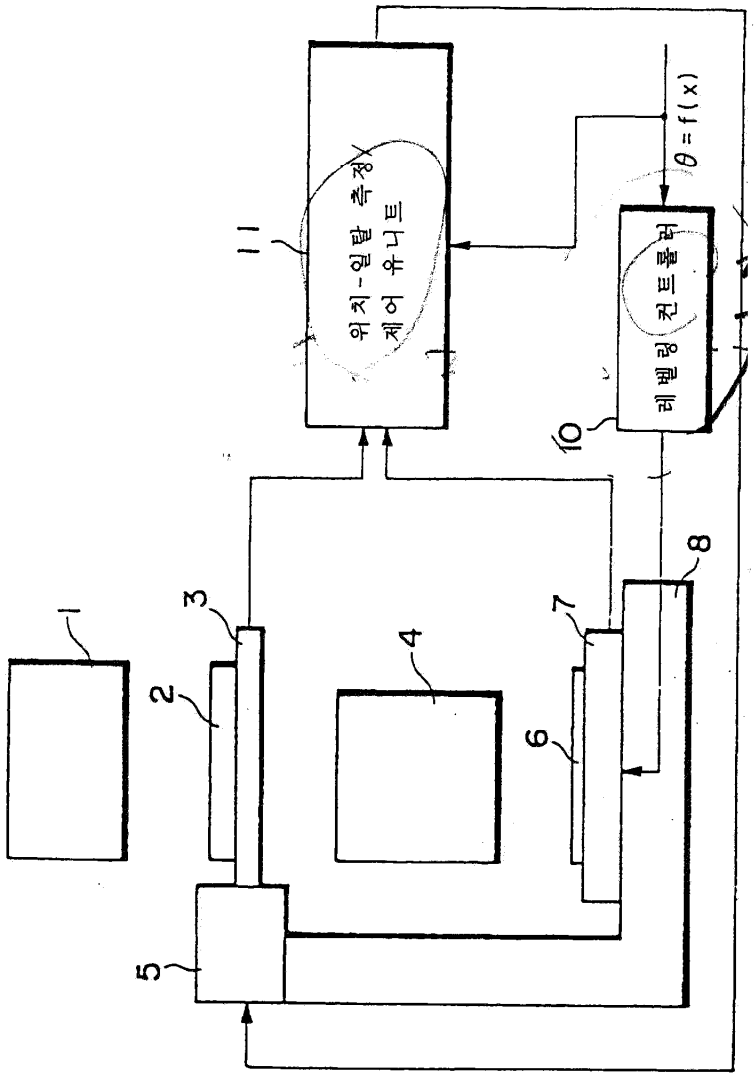
청구항 24에 따른 방법에 의해 패턴이 노광된 기판.

도면

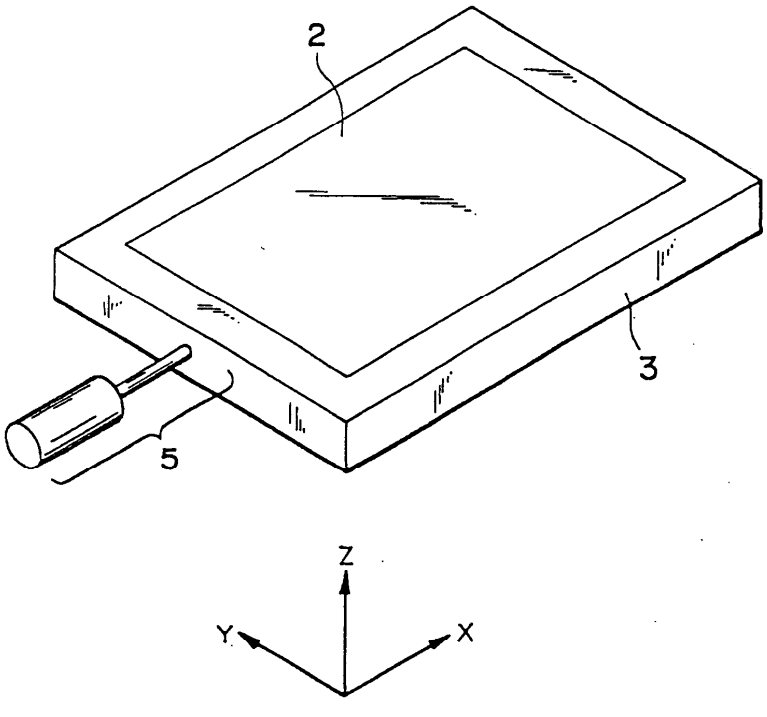
도면1



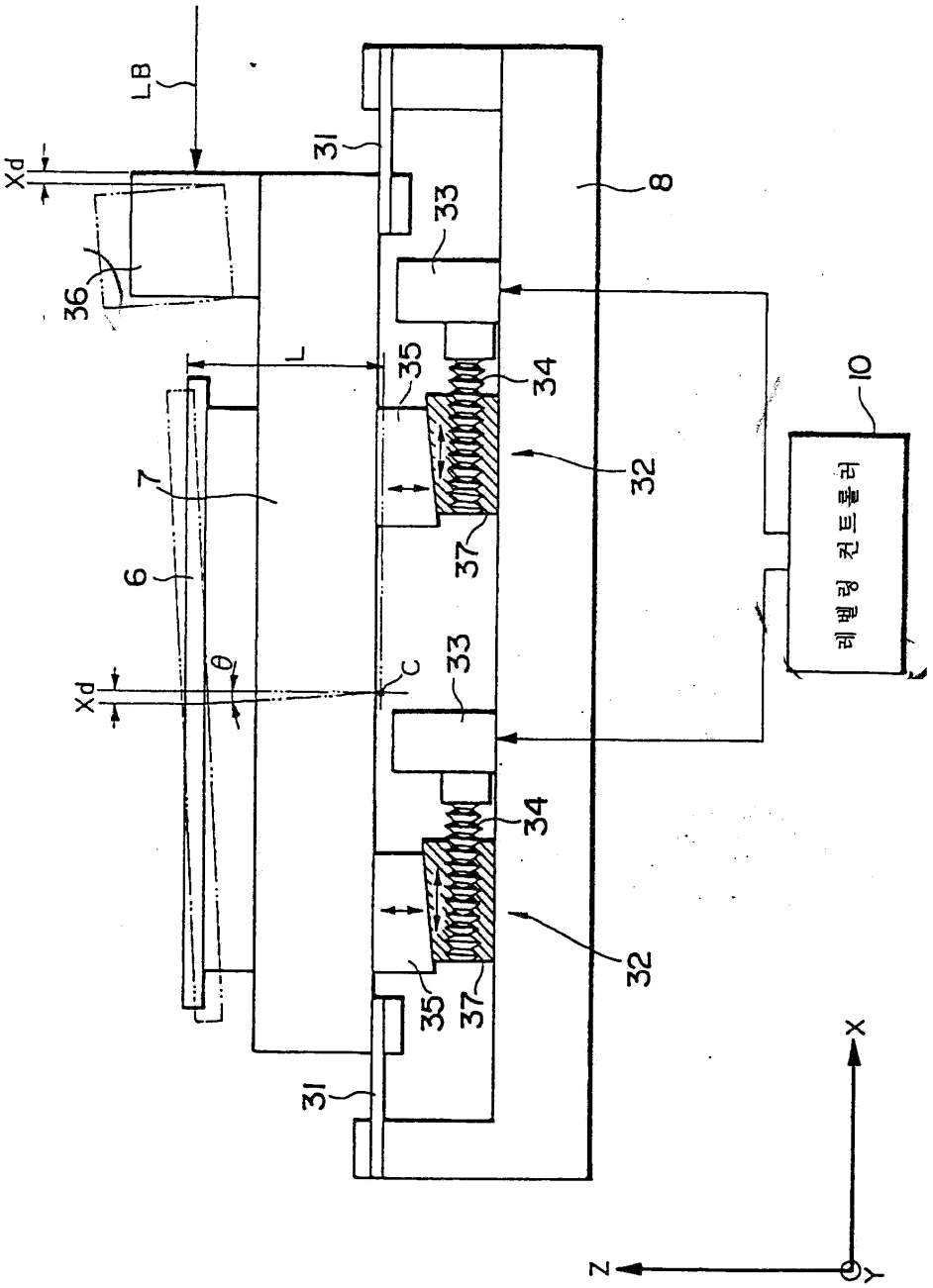
도면2



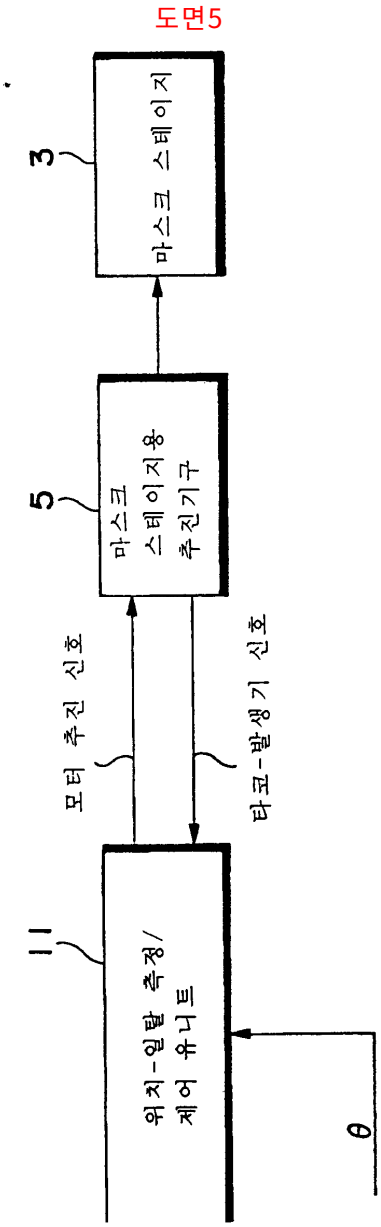
도면3



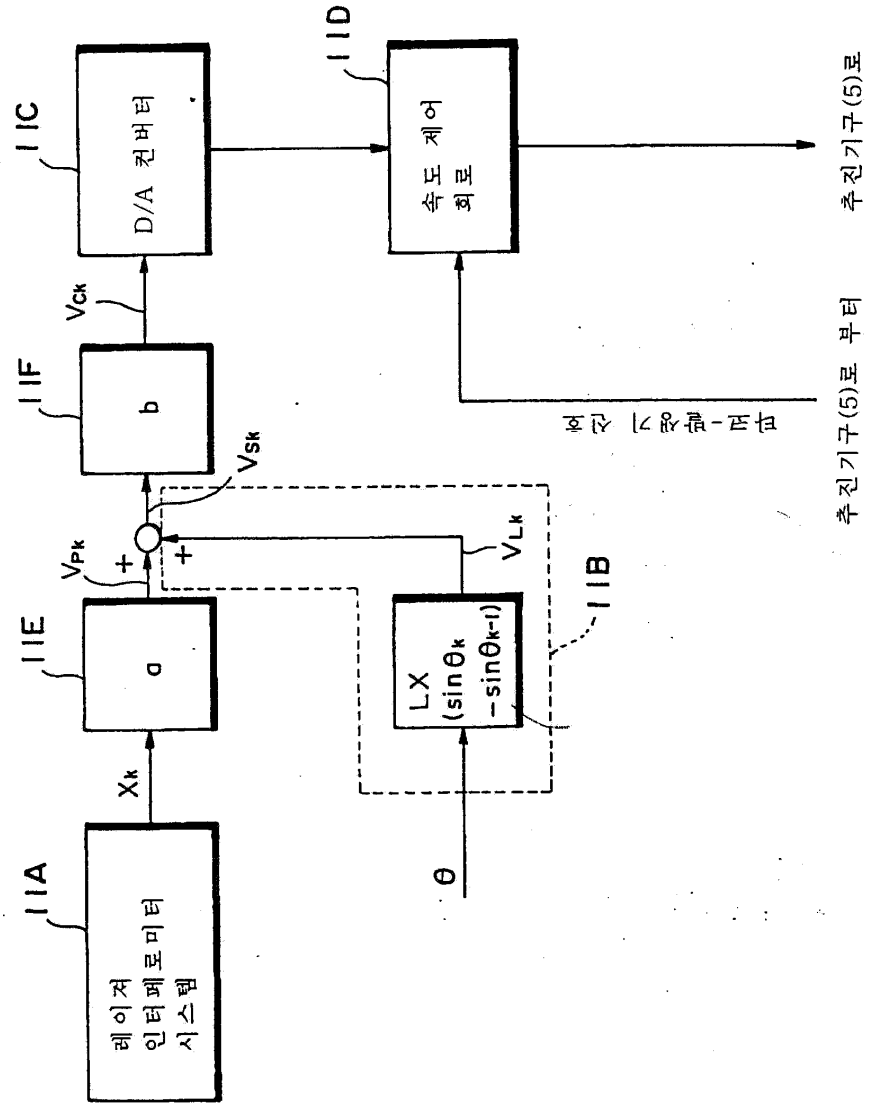
도면4


LB
Xd
31
33
8
36
L
35
34
10
레벨링 컨트롤러
7
32
37
6
θ
C
Xd
33
34
32
35
37
31
X
Z
Y

도면5



도면6


11A
레이저 인터페로미터 시스템
Xk
11E
a
VPk
+
11F
b
Vck
11C
D/A 컨버터
11D
속도 제어 회로
추진기구(5)로
추진기구(5)로 부터
타코-발생기 신호
Vsk
+
VLk
11B
LX (sinθk -sinθk-1)
θ