

(19) 대한민국특허청(KR)  
(12) 등록특허공보(B1)

(51) Int. Cl. <sup>6</sup> H01L 21/027	(45) 공고일자 2000년06월01일	(11) 등록번호 10-0230690
(21) 출원번호 10-1991-0003267	(43) 공개일자 1992년03월28일	(24) 등록일자 1999년08월24일
(22) 출원일자 1991년02월28일	(65) 공개번호 특1992-0005810	
(73) 특허권자 에이 에스 엠 리소그라피 비. 브이. 더블유. 디. 마티스 네덜란드 엘 에이 벨트호펜 5503 데 룬 1110		
(72) 발명자 스테판 비테괴크 네덜란드왕국 5503 HN 벨트호벤 마이리에베그 15 마리누스 아르트 반 덴 브링크 네덜란드왕국 5503 HN 벨트호벤 마이리에베그 15 테오도루스 아르트 화네르 네덜란드왕국 5503 HN 벨트호벤 마이리에베그 15		
(74) 대리인 송재련, 이병호, 한규환		

심사관 : 엄호순

(54) 기판상에 마스크 패턴을 투영하는 방법 및 장치

요약

석판 인쇄 투영 장치는 정렬 장치(AS<sub>1</sub>, AS<sub>2</sub>), 포커스 장치(FD), 기판 테이블 위치 설정 장치(IF) 및 투영 영상 검출 장치(IS)를 구비하고 있다. 상기 각 장치들은 이 장치들 모두가 연동하게 되는 기판 플레이트(RP)를 통해 서로간에 결합된다.

특별한 방식으로 실시될 수 있는 영상 검출 장치는 기준 플레이트에 있는 서로다른 격자 마크(P<sub>3</sub>, P<sub>4</sub>, P<sub>5</sub>)의 정보를 동시에 처리함과 아울러, 측정이 신속하고도 정확하게 수행되고 최적의 영상의 질이 얻어질 수 있다.

대표도

도4

명세서

[발명의 명칭]  
기판상에 마스크 패턴을 투영하는 방법 및 장치

[도면의 간단한 설명]  
제1도는 기판상에 마스크 패턴을 반복 투영하는 장치의 선도.  
제2도는 2차원 격자 형태의 공지된 정렬 마크를 보인 도면.  
제3도는 제조 기판에 관하여 제조 마스크를 정렬시키는 이중 정렬 검출 장치를 보인 도면.  
제4도는 기준 플레이트 및 기준 마스크가 합체된 투영 장치의 기판 테이블 위치 검출 장치 및 포커스 오차 검출 장치를 보인 도면.  
제5도는 투영 장치의 단면도.  
제6도는 표준기판 형태의 기준 플레이트를 보인 도면.  
제7(a)도는 기준 플레이트 격자 마크의 평면도.  
제7(b)도는 상기 격자 마크의 한 부분에 대한 단면도.  
제8도는 기준 플레이트 격자 마크 및 관련 검출 시스템에 대한 선도.  
제9도는 방사 감광 검출 시스템의 상세도.  
제10도는 기준 플레이트 격자 마크의 또다른 부분에 대한 단면도.  
제11도는 펄스 영상 빔이 사용되는 투영 장치의 서로 다른 검출 장치로 이루어진 동기화 회로도.  
제12(a)도 및 제12(b)도는 영상 검출 장치의 검출 시스템용 환형 홀더를 보인 도면.

제13도는 투영 장치의 서로 다른 장치의 회로 및 이들 장치간의 결합 관계를 보인 선도.

\* 도면의 주요부분에 대한 부호의 설명

- 1 : 방사원
- 2, 11 : 프리즘
- 14 : 빔 분할기
- 15, 16 : 렌즈
- 17 : 텔레비전 카메라
- 25 : 보정 렌즈

[발명의 상세한 설명]

본 발명은 투영 렌즈 시스템 및 투사 빔을 이용하여, 기판 테이블에 놓인 기판상에 마스크 테이블에 제공된 마스크 패턴을 투영시키는 방법에 관한 것으로서, 본 방법은,

- 마스크 테이블에 마스크 기준 마크를 갖는 마스크를 제공하고,
- 투영 빔에 기준 플레이트 마크를 갖는 기준 플레이트를 제공하고,
- 투영 빔과 투영 렌즈 시스템을 이용하여 기준 플레이트의 해당 마크상에 적어도 하나의 마스크 마크의 영상을 투사하고,
- 방사 광학 영상 검출기를 이용하여 조명되는 플레이트 마크로부터 나오는 투영 방사를 검출하고,
- 검출기 신호를 정렬 조정 신호 및 확대 오차 신호로 전자적으로 처리하고,
- 정렬 장치를 조정하고 상기 정렬 조정 신호 및 확대 오차 신호를 이용하여 투영 렌즈 시스템의 확대율을 세팅하며,
- 투영 빔으로부터 기준 플레이트를 제거하고 투영 빔에 제조 기판을 제공하며,
- 제조 기판상의 각기 다른 위치에 연속적으로 제조 마스크를 반복 투영하는 단계를 포함하고 있다.

본 발명은 또한 기판상에 마스크 패턴을 투영하는 장치에 관한 것으로서, 본 장치는 투영 빔을 공급하는 조명 시스템, 마스크 테이블, 투영 렌즈 시스템 및 기판 테이블을 차례로 구비함과 아울러 투영 공정시 마스크와 기판을 서로 관계하는 식으로 정렬하고 마스크 패턴이 기판상에 영상화되는 확대율을 설정하는 정렬 장치 및 확대율 설정 장치와 그리고 투영 공정에 앞서서, 투영 렌즈 시스템과 투영 빔으로 형성된 마스크 영상을 체크하는 영상 검출 장치를 추가로 구비하며, 상기 영상 검출 장치는 마스크의 해당 마크 영상이 형성되는 적어도 하나의 마크를 갖는 기준 플레이트와 적어도 하나의 기준 플레이트 마크로부터 나오는 투영 방사를 전기 신호로 변환하는 방사 광학 검출 시스템을 구비한다.

상기와 같은 방법 및 장치가 미합중국 특허 제4,540,277호에 기술되어 있는 바, 이 특허는 예컨대 하나의 동일 기판상에 집적 회로(IC)의 패턴인 마스크 패턴을 반복적이면서도 축소적으로 영상화시키는 장치에 관한 것이며, 마스크 패턴 및 기판이 예컨대 기판 평면과 마스크 평면에 평행인 평면에서 두개의 상호 수직 방향을 따라 두개의 연속적인 조명 사이에서 서로에 대해 이동된다.

집적 회로는 확산 및 마스크 기술로 제조된다. 각기 다른 마스크 패턴을 갖는 다수의 제조 마스크가 반도체 기판(제조 기판)상의 동일 위치상에 연속적으로 투영된다. 동일 위치상에서의 연속적인 투영 과정에서, 제조 기판은 요망되는 물리적 및 화학적 변화를 거쳐야만 한다. 이 목적을 위해서, 기판은 자체에 제1제조 마스크 패턴이 조사된 후 장치로부터 제거되어야만 하고 그리고 이 기판이 요망 단계를 거친 후, 제2제조 마스크 패턴이 조사될 수 있도록 다시 장치의 동일 위치상에 놓여져야만 하며, 제2제조 마스크 패턴 및 잇따른 제조 마스크 패턴들의 영상이 기판에 대해 정확히 위치되어야만 한다.

확산 및 마스크 기술은 또한 마이크로 미터( $\mu\text{m}$ )정도의 상세 치수를 갖는 구조체, 예컨대 집적 광학 시스템 또는 자기 영역 메모리의 가이드 및 검출 패턴 구조체 및 액정 디스플레이 패널 구조체의 제조에 이용된다. 이들 구조체의 제조에서, 마스크 패턴의 영상은 또한 기판에 대해 매우 정확하게 정렬되어야만 한다.

기판 표면 영역의 유니트당 많은 수의 전자 구성 요소들 및 결과적인 이들 요소의 작은 치수와 관계하여, 집적 회로 제조의 정확성에 더욱더 엄격한 요구가 부가된다. 그러므로, 연속적인 제조 마스크가 제조 기판상에 투영되는 위치는 더욱더 정확하게 설정되어야만 한다. 투영 렌즈 포커싱의 작은 심도(이에 따라서 작은 상세가 투영될 수 있다) 때문에, 보다더 정확하게 포커싱 하는 것이 가능해져야만 한다.

제조 기판에 관한 마스크 패턴 영상의 수심  $\mu\text{m}$  범위내에서 요망되는 매우 정확한 위치 설정을 실현할 수 있도록 하기 위해서, 투영 장치는 제조 마스크 패턴에 관하여 제조 기판을 정렬하는 장치를 구비한다. 이 장치로 해서 제조 기판에 제공되는 정렬 마크가 제조 마스크에 제공된 정렬 마크상에 영상화된다. 만일 기판 정렬 마크의 영상이 마스크 정렬 마크와 정확히 일치하면, 제조 기판은 제조 마스크 패턴에 관해 정확히 정렬된다. 제조 기판 마크를 제조 마스크 마크상에 영상화하는 주된 요소는 투영 렌즈 시스템으로 구성되는바, 이 시스템으로 제조 마스크 패턴이 제조 기판상에 영상화된다.

이 투영 렌즈 시스템은 투영 빔의 파장을 최적으로 보정하도록 되어 있다. 이 파장은 투영 렌즈 시스템의 동일한 치수 구경에서 최소의 가능한 상세가 투영될 수 있도록 가능한한 작다. 현재의 투영 장치들에 있어서, 이 파장은 예컨대 365nm 로써, 이에 따라서 대략  $0.7\mu\text{m}$  의 라인 폭이 투영될 수 있다. 정렬 빔, 즉 정렬 장치에 이용되는 빔은 제조 기판상에서의 포토레지스트가 이 빔에 민감하지 못하게 되는 파장을 가지므로, 상기 빔은 기판상에 제공되는 포토레지스트에 어떤 변화를 야기하지 못하고 또한 이 포토레지스트에 의해 약화되지도 않는다. 이 정렬 빔은 예컨대 633nm 의 파장을 갖는 헬륨-네온 레이저 빔이다.

정렬 빔의 파장이 투영 렌즈 시스템에 적용될 수 없다 하더라도, 제조 마스크와 제조 기판의 정렬 마크는 만일 보정 요소, 예컨대 렌즈가 정렬 빔의 경로에 정렬되면 서로에 관하여 만족스럽게 정렬될 수 있다.

그러나, 투영 빔과 정렬 빔은 서로다른 파장을 가지므로, 예컨대 온도와 같은 주변 파라미터들의 변화가 투영 빔과 정렬 빔으로 각각 형성되는 영상들에 서로 다른 영향을 끼치게 되는 문제가 있게 된다. 결과적으로, 정렬 장치가 이 장치와 관련된 정렬 마크의 만족할 만한 상호 정렬을 검출하는데 반해, 투영 빔으로 형성되는 마스크 영상은 기판에 대해 부정확하게 위치된다. 정렬 장치로는 검출 투영 장치에서의 기계적인 드리프트가 또한 발생할 수 있다. 그러므로, 종래의 정렬 시스템은 예컨대 하루에 몇번씩 주기적으로 조정해야 함을 필요로 한다.

이러한 목적을 위해서, 미합중국 특허 제4,540,277호에 따른 장치는 투영 빔으로 형성되는 영상을 체크하는 영상 검출 장치를 구비하고 있다. 이 장치는 기판 테이블에 고정 연결됨과 아울러 4개의 방사 전송 슬릿이 제공되어 있는 기준 플레이트를 구비한다. 이 장치에는 또한 슬릿 하부에 배열된 4개의 방사 감지 검출기가 구비되어 있으며, 기판 테이블내에 제공되어 있다. 투영 장치의 주기적인 검사를 위해서, 테스트 또는 기준 마크가 마스크 테이블상에 제공되어 있는바, 이 기준 마크는 기준 플레이트상의 마크들에 대응하는 마크들을 가지고 있다. 이 플레이트는 기준 마크 아래로 미끄러져 투영 빔 경로에 놓이게 되며, 그후 이곳에 투영 빔이 가해져 기준 플레이트의 4개의 마크상에 4개의 기준 마스크 마크의 영상이 형성되게 된다. 그리고 나서, 기준 플레이트 마크에 의해 전송된 방사를 수신하는 4개의 검출기가 신호를 공급하는바, 이 신호로부터 기준 플레이트에 관한 기준 마스크의 정렬 범위가 유도될 수 있다. 이 기준 플레이트에는 또한 통상의 정렬시스템과 관계하는 정렬 마크가 제공되기 때문에, 영상 검출 시스템으로 검출된 정렬 범위가 통상의 정렬 장치로 측정되는 바와 같은 정렬 범위에 대응하는지 아니면 대응하지 않는지의 여부가 확인될 수 있다. 이와 같은 체크를 통해서, 정렬 장치가 조정될 수 있다.

미합중국 특허 제 4,540,277호는 또한 투영 빔으로 형성된 영상의 확대 오차는 마스크 기준 마크의 영상이 같은 범위로 기준 플레이트의 마크를 포함하는지의 여부를 설정함으로써 영상 검출기 장치를 통해 측정될 수 있음을 밝히고 있다. 미합중국 특허 4,540,277호에 따른 장치의 투영 렌즈 시스템은 목적측, 즉 비원격 중심(non-telecentric) 적이거나 마스크 측이기 때문에, 확대 오차는 마스크와 투영 렌즈 시스템 간의 거리를 설정함으로써 제거될 수 있다.

이 공지된 영상 검출 장치는 전송을 통해 동작을 하므로, 기판 테이블에 검출기들을 제공하는 것이 필요로 된다. 이들 검출기는 추가적인 공간을 필요하므로 기판 테이블이 보다 크고 무겁게 됨과 아울러 측정시 이동 거리가 보다 커지게 된다. 이 결과로 해서 서보 장치에 대한 추가적인 문제점이 야기되고 그리고 측정 및 설정의 정확성에 나쁜 영향을 끼치게 된다.

공지된 영상 검출 장치의 마크들은 두개의 서로 직교하는 X-Y 방향에서 측정이 가능해지도록 2차원으로 된 슬릿으로 구성되어 있다. 요망하는 위치 설정의 정확성을 이루기 위해서, 상기 슬릿은 매우 좁아져야 하고, 결과적으로 검출기에서의 방사량이 작고 신호대 잡음비가 요망비보다 커야하며, 그리고 슬릿의 기하학적 구조에 매우 엄밀한 필요 조건이 부과된다.

기준 플레이트의 각 마크에 대해 단지 하나만의 검출기가 존재하기 때문에, 관련 기준 격자 마크에 대한 기준 플레이트의 각 마크에 대한 X 와 Y 위치가 2 차원 슬릿을 이동할 때 조차도 개별적으로 결정될 수가 없다.

정렬 빔과 투영 빔의 파장이 서로 다름으로 해서, 보정된 정렬 빔으로 검출되는 정렬이 투영 방사에서 정확한 정렬에 대응할 필요가 없게되는 상기 문제점은 표면 영역의 유니트당 보다 많은 전자 구성 요소가 기판상에 제공될 때 더욱 커지게 된다. 따라서, 이 구성 요소들은 보다 작은 치수를 가져야만 하며, 반복적인 방식으로 상세 또는 라인 폭이  $1\mu\text{m}$  보다 훨씬 작은 영상을 만들 수 있는 투영 장치가 필요로 된다. 이것은 투영 렌즈 시스템의 분해력(resolving power)이 증대되어야 함을 의미한다. 공지된 바와 같이, 이 분해력은,  $\lambda/\text{NA}$ 에 비례하는바, 여기서 NA는 투영 렌즈 시스템의 개구수(numerical aperture)를 나타내고  $\lambda$ 는 투영 빔의 파장을 나타낸다. 공지된 투영 렌즈 시스템의 경우에 개구수는 예컨대,  $\text{NA}=0.48$  로써 매우 높다.

또다른 중요한 인자로서, 가능한 커야만 하는 렌즈 시스템의 포커스 심도가  $\lambda/\text{NA}^2$  에 비례하여, 개구수의 확장은 파장의 축소보다는 포커스 심도에 더 손실을 준다는 점이다.

실질적으로, 요망 포커스 심도와 더불어 0.4 정도의 상세를 갖는 요망 영상을 실현하는데는 통상적인 경우에서보다 상당히 작은 파장을 갖는 투영 빔이 사용되어야만 한다. 이러한 단파 빔으로 기판상에 마스크 패턴이 투영될 수 있도록 하기 위해서는 석영 렌즈 부재가 사용되어야만 한다. 석영은 매우 분산적이기 때문에 사용되는 방사는 매우 좁은 파장 대역을 가져야만 한다. 그러므로, 좁은 파장 대역내에서도 큰 힘을 발하는 방사원이 사용되어야만 한다. 따라서, 실질적인 사용 가능성이 있는 방사원으로써, 엑시머 레이저 예컨대 파장이 248nm 인 크립톤-플루오라이드 레이저, 파장이 193nm 인 아르곤-플루오라이드 레이저 또는 파장이 256nm 이며 주파수가 4 중인 Nd-YAG 레이저가 있다. 따라서 파장이 정렬 빔 파장에 비해 2.5-3.2배 정도인 투영 빔이 사용되어야만 한다.

상기 작은 치수의 상세를 갖는 영상을 형성시킬 때, 미합중국 특허 제4,540,277호와 관계하여 언급된 정렬, 영상회전, 확대오차 및 일그러지는(anamorphic) 영상 오차등의 문제들이 더욱 커지게 될 뿐만 아니라 투영 렌즈 시스템의 영상질과 관계하는 또다른 문제점이 발생한다.

투영 렌즈 시스템 분야에 있어서,  $-0.4\mu\text{m}$  정도의 라인폭을 25mm 정도의 영상 필드에 투영시킬 수 있는 투영 렌즈 시스템들을 만들어낼 수 있는 해결 방안이 있기는 하지만, 이들 투영 렌즈 시스템들은 공기압력 및 온도와 같은 주변 파라미터의 변화에 매우 민감하게 된다. 렌즈 재료의 높은 분산성 때문에, 투영 빔의 파장의 변화는 영상질 즉, 투영 빔으로 형성되는 영상의 위치 및 질에 영향을 끼친다. 3차 왜곡, 영상 비점수차(astigmatism) 및 영상 필드 만곡등의 문제들이 투영 장치에서 발생한다. 매우 높은

분해력 및 비교적 큰 영상 필드를 지니는 새로운 투영 렌즈 시스템들은 매우 작은 포커스 심도를 가지므로, 투영 렌즈 시스템의 큰 파장 의존성으로부터 비롯되는 포커스 에러가 더욱 큰 영향을 끼치게 된다. 이들 오차들은 매우 정확하게 검출되어야만 하는바, 따라서 포커스 오차 검출 장치를 주기적으로 조정하는 것이 필요로 된다. 더우기, 영상 상세가 작아짐에 따라서 기계적인 드리프트의 영향이 증가하게 된다.

따라서, 본 발명의 목적은 한편으로는 제한된 수의 파라미터를 측정하는 것만이 요구되어 영상 검출 장치와 방법이 간략화 될수 있고, 다른 한편으로는 영상의 질 및 위치에 영향을 주는 모든 파라미터들이 결정되도록 할 뿐만 아니라 영상의 질과 영상의 위치가 각각 매우 신속하게 결정되도록 하는 영상 검출 방법 및 그 장치를 실현할 수 있는 영상 검출에 대한 새로운 개념을 제공하는 것으로써, 이에 따라서 최상의 영상 질과 더불어, 영상의 위치를 제어하는 서보 시스템의 조정이 신속히 실현될 수 있다.

이러한 목적을 위해서, 본 발명에 따른 방법은 영상 검출 장치의 신호와 동시에 기판 테이블 위치 검출 신호 및 광학 포커스 오차 검출 장치의 신호가 전자적으로 처리되고, 각각의 기준 플레이트 마크용으로 다수의 영상 검출기가 사용되고, 상기 검출기들이 관련 기준 플레이트 마크로부터 나오는 방사선을 수신하고, 영상 검출 장치의 신호, 기판 테이블 위치 검출 장치의 신호 및 광학 포커스 오차 검출 장치의 신호가 포커스 오차 검출 장치용 조정 신호로 처리됨과 아울러 영상의 질에 영향을 끼치는 파라미터들중 적어도 하나의 파라미터를 조절하는 적어도 하나의 제어 신호로 처리되는 것을 측정으로 한다.

상기 파라미터들은

- 투영 빔의 파장
- 투영 렌즈 시스템내의 가스 압력
- 투영 렌즈 시스템내의 온도
- 투영 렌즈 시스템내의 하나 또는 그 이상의 구성요소 내의 매체의 구성
- 투영 렌즈 시스템에 있는 렌즈 부재들간의 상호 거리
- 정렬 장치의 제로 세팅
- 포커스 장치의 제로 세팅 등이 있다.

또한, 독립적으로 서보 정보는 각각의 기준 플레이트 마크용으로 다수의 검출기들을 사용함으로써 얻어질 수 있다. 영상 검출기들의 신호들에 대한 기준은 기판 테이블 위치 정보를 동시에 처리함으로써 얻어진다.

본 발명은 투영의 질을 결정하는 모든 개별적인 파라미터들이 정확하게 알려져야 하는 것이 아니라, 영상의 질 및 영상의 위치가 전체로서 알려져야만 하고, 영상의 질 및 위치 오차에 대한 측정 변형의 경우에 측정 신호가 컴퓨터내에서 및 모든 파라미터와 그리고 장치 파라미터들중 하나 또는 그 이상을 보정하는 제어 신호를 형성하기 위한 이들의 상호 관계로 이루어진 모델을 통해 동시에 처리되어야만 한다는 인식에 바탕을 두고 있는바, 이로써 영상이 요망 질 및 위치를 얻게된다.

통상적인 정렬 장치, 포커스 검출 장치 및 기판 테이블 위치 검출 장치는 영상 검출 장치를 통해 서로 결합되어, 모든 관련 파라미터들을 측정할 수 있는 종합 측정 시스템이 형성된다.

기사 "Characterization and Set-up Techniques for a 5X Stepper" (T.A.Bruner in SPIE, Vol. 633: Optical Microlithography V 1986.pp. 106-112)에는 상부에 다수의 형광 스트립이 제공되는 기준 플레이트를 구비하고 있는 소위 주사 슬릿 영상 검출기가 기술되어 있는데, 테스트 마크의 영상을 주사하기 위해서는 이 기준 플레이트가 투영 장치의 기판 테이블상에 제공되어야만 한다. 형광 스트립에 의해 방출되는 확산 산란 방사가 한 검출기에 의해서 수신된다. 공지된 영상 검출기에서, 투영 렌즈 시스템의 모든 동공(pupil)으로부터의 방사는 비교적 큰 검출기에 도달할 수 있어서 측정 신호의 신호 대 잡음비가 요망되는 것보다 크게된다. 더우기, 불균일한 산란이 발생할 수 있으며, 단지 하나만의 검출기가 사용됨으로써 해서 영상 검출 장치를 통한 투영 렌즈 시스템의 동공에서의 효과적인 측정이 불균형을 이루게 된다. 공지된 영상 검출 장치에서는 일관되지 않은 검출 방법이 사용된다. 본 발명에 따른 영상 검출 장치에서는 검출이 사실상 일관되므로 항상 된 위상 검출이 얻어진다. "SPIE" (Vol. 633(1986) pp.106-122)에 따른 영상 검출 장치에서, 기준 플레이트는 기판 테이블 위치 검출 장치 신호로 이용되는 것이 아무 것도 없기 때문에 투영 빔으로 형성되는 모든 영상 위로 몇 계단 이동되어야만 한다. 더우기, 상기 참고 자료에는 투영 질 및/또는 영상 위치를 보정하는데 있어 영상 검출 장치의 정보가 사용되는지의 여부 및 영상 검출 장치의 정보의 사용 방법에 대해 언급이 되어있지 않다.

본 방법의 간단한 실시예에서, 2 차원 격자 형태의 1 개의 기준 플레이트 마크 및 4 개의 방사 감광성 검출기가 사용된다. 따라서, 마스크 마크 영상의 3 개의 상호 수직축에 따른 위치 뿐만 아니라, 이들 영상에서의 비점수차가 검출될 수 있다. 따라서 2차원 격자 형태의 단지 하나의 마스크 마크가 사용된다. 이 격자 마크는 기관상에 투영될 마스크 패턴 외곽에 있는 제조 마스크에 제공되어 별도의 기준 마스크를 사용할 필요가 없다.

X,Y 및 Z 위치 및 비점수차 뿐만 아니라 확대율 오차 및 투영 빔 영상의 제3차 왜곡과 그리고 투영 빔 영상의 기울기를 보다 더 정확히 측정하기 위해서, 본 발명의 방법은 적어도 3 개의 2 차원 격자 마크, 대응하는 수의 아날로그 마스크 마크 및 기준 플레이트 마크당 4 개의 영상 검출기를 이용하고 있다.

따라서, 3 개의 마스크 마크의 영상의 확대율, 비점수차 및 3 차 왜곡 뿐 아니라 3 개의 수직축을 따른 위치와 동일한 축 주위의 회전 정보가 동시에 얻어질 수 있다. 3 개의 마크에 대한 정보는 동시에 처리되므로, 영상 검출 절차가 크게 축소될 수 있다.

제3차 왜곡은 이른바 방사 왜곡, 다시 말해서, 영상 필드의 중앙에서의 방사 방향으로 측정되는 확대율

과 영상 필드의 또다른 위치에서의 확대율간의 차를 나타낸다.

3 개의 마스크 마크는 다시 기준 마스크에 제공되거나 또는 제조 기관상에 투영되는 마스크 패턴 외곽의 제조 기관에 제공된다.

본 발명에 따른 방법에는 또한 내부에 집적되는 격자 마크를 갖는 개별적인 매우 안정적인 기준 플레이트가 이용됨과 아울러 제1투영 장치에 대한 측정 및 설정후, 제2 또는 가능한 후속 투영 장치를 측정 및 설정하는데 있어 상기 기준 플레이트가 이용된다.

복수의 투영 장치를 측정 및 설정하는 영상 검출 장치와 관련된 기준 플레이트를 이동하여, 동일한 반도체 기관을 처리하는데 있어 상기 투영 장치들이 각 방면에서 이용될 수 있도록 하는 방식으로 상기 투영 장치들을 적절히 설정하는 것이 기사 "A Stepper Image Monitor for Precise Set-up and Characterization (T.A.Brunner, in "SPIE", Vol. 922)" 및 "Optical/Laser Microlithography(1988,pp. 365-375)" 에 공지되어 있다. 이 기준 플레이트는 엘리베이션들간의 영역보다 상당히 좁고 그리고 기준 마스크 영상을 형성하는 입사 투영 방사를 산란시키는 선형 엘리베이션을 구비한다. 산란 광중 극히 일부가 단일의 큰 검출기에 의해 수신된다. 또한 "SPIE" (Vol.633(1986), pp. 106-112)에서와 마찬가지로, 상기 영상 검출 장치에 있어서는 투영 렌즈 시스템의 동공에서 불균일한 산란 및 불균형적인 측정이 발생할 소지가 있다. 기준 플레이트는 다시 투영 방사에 의해 형성되는 영상을 가로질러 몇 계단 이동되어야만 하며, 각 단계 이후 안정화가 이루어질 때까지 대기 시간이 관찰되어야만 하는바, 이는 측정에 있어 시간 소비를 야기한다. 더우기, 영상의 질 및/또는 영상의 위치를 보정하는데 있어, 영상 검출 장치가 이용되는지의 여부 및 영상 검출 장치가 어떻게 이용되는 지에 관해 언급되어 있지 않다.

본 발명에 따른 방법은 투영 빔을 발생시키기 위한 펄스 방사원을 이용함과 아울러, 측정시 일련의 동기 펄스가 사용되는데, 펄스 각각은 방사원을 점등함과 동시에, 기관 테이블 위치 검출 장치의 신호, 영상 검출 장치의 신호 및 포커스 오차 검출 장치의 신호들을 샘플링 한다. 따라서, 이들 검출 장치들이 부정확하더라도 측정에 영향을 미치지 않게 된다.

방사원으로서 펄스 엑시머 레이저가 이용될 때, 한 펄스 동안의 파장은 다음펄스 및/또는 이전 펄스 동안의 파장과는 다르게 된다. 파장이 약간 예컨대 1pm 정도만이라도 편차가 나면, 예컨대 투영 빔 포커스가 130nm 정도로 크게 변위된다.

이와 같은 파형 길이 편차를 계산할 수 있는 본 발명의 방법에 따르면, 매 펄스에서마다 투영 빔의 파장이 측정되어, 다른 측정 신호와 함께 처리된다.

따라서 측정 신호의 처리시에 파장이 보정될 뿐 아니라 파장 편차가 계산된다.

원칙적으로, 기준 플레이트의 표면은 투영 렌즈 시스템의 영상 필드 정도의 크기만을 필요로 한다. 특히, 별도의 기준 플레이트를 이용하는 방법에 있어서 제조기관 정도의 크기를 가지며, 적어도 3 개의 격자 마크로 구성된 복수의 군을 갖는 기준 플레이트가 이용되는바, 상기 복수의 군 각각은 투영 렌즈 시스템의 영상 필드 크기 정도의 영역을 갖는다.

따라서, 이와 같은 확장 기준 플레이트는 소위 표준 또는 조정 기관(홀리(holy)웨이퍼)의 기능을 충족시킬 수 있는바, 이 기관은 기사 "Matching Management of Multiple Wafer Steppers using a Stable Standard and a Matching Simulator" ("SPIE" Vol. 1087 San Jose USA, February 1989) 및 "Integrated Circuit Metrology and Process Control" 에 기술된 바와 같이 투영 장치들을 정합시키는 데 사용된다. 공지된 표준 기관은 복수의 영구(위상) 마크가 제공되는 플레이트를 구비하고 있다. 이 플레이트상에 포토레지스트 층이 제공되고, 이어서 영구 마크 이웃에 있는 포토레지스트층에 표준 마스크의 마크가 투영된다. 다음, 표준 기관이 현상되고, 이어서 투영 마크를 격자 마크와 비교함으로써 이용되는 투영 장치의 파라미터가 결정된다. 제2 및 후속 투영 장치의 경우에 있어서, 투영 마크를 갖는 층은 제거되어야만 하며 노출, 현상 및 비교 절차가 반복된후 새로운 포토레지스트층이 제공되어야만 한다. 따라서, 서로 다른 투영 장치들의 파라미터들이 비교될 수 있어서, 이들 장치들이 정합될 수 있다.

크기가 제조 기관의 크기와 대응하고 그리고 2 차원 마크로된 복수의 군(여기서, 복수의 군 각각은 생성 마크 패턴 영상을 수상하는 제조 기관상의 영역에 대응하는 기준 플레이트의 개별적인 영역내에 존재한다)들로 구성된 본 발명의 확장 기준 플레이트를 이용하는 경우, 상기 투영 장치들은 포토 레지스트층을 제공, 현상 및 제거하는 단계를 더이상 필요로 하지 않기 때문에 매우 신속하게 정합될 수 있다. 더우기, 측정수가 줄어들고 이에 따라 측정 오차의 수가 줄어들기 때문에 정합이 더욱 정확하게 이루어질 수 있다.

본 발명은 또한 신규한 기준 플레이트에 관한 것으로써, 이 플레이트는 2 차원 격자 형태와 적어도 하나의 기준 마크가 집적된 매우 안정적인 플레이트 기관으로 되어 있다.

스퀘어 마크 또는 스트립 등과 같은 다른 마크들과 비교해서, 회절 격자는 측정시 격자의 평균화가 발생하는 장점을 지닌다. 결과적으로, 비록 하나 또는 그 이상의 라인들이 부족하거나 또는 격자 라인이 직선 라인으로부터 편이되어 있다 하더라도 격자들에 대한 정확한 측정이 가능하게 되어, 이들 격자상에 극도로 정확한 허용치를 부과할 필요가 없다. 특히, 영상 검출 장치에 활용될 때, 회절 격자 들이 입사 방사를 임의의 방향으로 집중시켜 관련 검출기상에서의 방사량이 비교적 커질 수 있다. 이 결과로 신호 대 잡음비가 상당히 증대될 수 있는바, 이는 상기 기사 SPIE Vol. 633, 1986, pp. 106-112 및 SPIE Vol. 922, 1988, pp. 365-375 에 기술된 영상 검출 장치와 비교되는 것으로써 이 공지된 영상 검출 장치에서는 기관 플레이트상에 입사되는 방사가 소정 방향으로 회절되지 않고 확산 산란된다.

본 발명의 기준 플레이트는 또한 플레이트 기관이 매우 안정적인 재료로 만들어져 있고 그리고 2 차원 격자 형태의 적어도 3 개의 기준 마크가 플레이트 기관에 집적되어 있다.

이와 같은 기준 기관은 영상 필드의 3 개의 포인트에서 동시에 측정할 수 있도록 한다. 플레이트 마크의

상호 위치는 석영 또는 Zerodur 과 같은 적절한 플레이트 재료를 이동함으로써 알맞게 설정된다.

기준 플레이트는 크기가 제조 기관의 크기에 대응하며, 복수의 군을 이루는 2 차원 마크로 이루어져 있는바, 복수의 군 각각은 제조 마스크 패턴의 한 영상을 수용하는 제조 기관상의 한 영역에 대응하는 기준 플레이트의 개별적인 영역내에 존재한다.

이 기준 플레이트는 서로다른 투영 장치들을 정합시키는데 매우 적합하다.

본 발명은 주로 본 발명을 실행하도록 된 신규한 투영 장치를 실시예로 하고 있다. 서두에 제시한 장치와 비교해보면, 본 장치는 기준 플레이트 마크가 Z 축이 투영 렌즈 시스템의 광축과 평행을 이루는 좌표 체계의 X 및 Y 방향으로 뿔어 있는 2 차원 격자 마크로 형성되어 있으며, 각각의 격자 마크에 대하여, 관련 격자 마크에 의해 편향되는 방사를 수신하는 4 개의 방사 감광성 검출기가 존재하고, 관련 검출기상에 관련 격자 마크만을 투영시키는 렌즈 시스템이 각각의 격자 마크와 각각의 관련 검출기 사이에 배열되어 있는 것을 특징으로 한다.

격자 마크들은 2 차원적이며, 개별적인 검출기가 각각의 격자 마크의 각각의 차원 X 및 Y 에 존재하기 때문에, 기준 격자와 관련된 기준 마스크 마크 영상의 X 및 Y 위치가 개별적으로 측정될 수 있다.

격자 마크당 4 개의 검출기를 활용함으로써, X 및 Y 방향에서의 위치에 관한 정보가 Z 방향에서의 위치 정보로부터 분리될 수 있으며, 더우기 투영 빔의 세기 편차 영향이 제거될 수 있다.

투영 시스템 각각이 영상 크기가 관련 검출기의 방사 감광 표면 크기와 같은 관련 격자의 영상을 형성하기 때문에, 격자 주변으로부터의 방사가 검출기에 도달하지 못하게 되는 바 이것은 측정 신호의 신호 대 잡음비에 바람직한 것이 된다.

원칙적으로, 기준 플레이트의 격자 마크는 두개의 격자 부분을 포함하여, 두 개의 격자 부분중 한 부분의 격자 스트립은 X 방향으로 그리고 다른 한 부분의 격자 스트립은 Y 방향으로 각각 뿔어있다. 그러나, 본 발명의 투영 장치는 또한 각각의 기준 플레이트 격자 마크가 그 격자 스트립이 제1방향을 갖는 2 개의 격자부분과 그 격자 스트립이 제1방향에 수직인 제2방향을 갖는 2 개의 격자 부분을 구비하며, 상기 4 개의 격자 부분이 격자의 중앙 부근에 대칭으로 위치된다.

X 격자부분 및 Y 격자부분은 격자 스트립에 대해 45° 각도를 이루는 선에 대하여 반사 대칭적으로 위치되기 때문에, 오차 측정을 보상하는 것이 가능하다.

본 발명에 따른 장치의 양호한 실시예에서는, 각 격자 마크의 주기가 투영 렌즈 시스템의 분해력과 사실상 동등하다.

투영 렌즈, 시스템의 분해력, 즉 이 시스템이 개별적으로 영상화 할수 있는 nm 당 라인의 수가 제조 마스크에서 최소의 크기에 의해 결정되기 때문에, 기준 마크로 측정이 이루어질 수 있는바, 이것의 상세 크기는 제조 마스크의 상세 크기에 만족스럽게 대응한다.

본 발명에 따른 장치는 또한 각 격자 마크의 격자 파라미터가 관련 렌즈 시스템의 위치 및 개구수에 맞도록 되어, 관련 격자 마크의 최대 방사량이 관련 검출기에 의해 포착된다.

상기 격자 파라미터로는 격자 주기, 격자 스트립 폭과 격자 주기간의 비율, 격자 스트립의 심도 또는 높이 및 격자 스트립의 형상이 있다.

본 발명의 또 다른 특징적인 특성에 따르면, 기준 플레이트 격자는 위상 격자들이다. 이 격자들은 일반적으로 진폭 격자들보다 더 양호한 효율을 가지고 있다. 더우기, 위상 격자의 기하학적 구조는 관찰 대상에 더욱더 알맞게 될 가능성들을 제공한다.

각 기준 플레이트 격자 마크로부터 관련 검출기로의 방사량은 예컨대, 격자 그루브(groove)의 경사 각도가 방사를 관련 검출기쪽으로 향하게 하도록 하는 식으로 격자 그루브의 경사 각도를 선정함으로써 최대화 될수 있다.

그러나, 이러한 목적을 달성하기 위해서는 격자 그루브의 폭과 격자 주기간의 비가 조정되는 것이 바람직하다.

이러한 격자 마크의 조정이 실현되는 투영 장치는 또한 격자 파라미터가 투영 빔의 2 개의 서로 다른 파장에 대해 최적화된다.

만일 이들 파장이 248nm 와 365nm 이면, 투영 장치는 특히 격자 그루브의 폭과 격자 주기간의 비가 실질적으로 1/4 이 되고 그리고 격자 주기가 대략 0.84 $\mu$ m 이 되는 특징을 갖는다.

이러한 격자 마크로 해서, 365nm 또는 248nm 의 파장을 갖는 투영 방사가 검출기상에 만족할 만하게 집중되며, 서로 다른 회절 오더가 서로다른 파장으로 포착된다.

본 발명에 따른 장치는 격자 마크가 반사성이다.

본 발명은 전송 격자로도 실현될 수 있지만, 전송 격자의 이용은 보다 큰 기판 테이블을 필요로 하기 때문에 반사 격자가 더욱 바람직한바, 이 반사 격자는 서로 다른 투영 장치들을 정합시킬 수 있는 가능성을 제공한다.

반사 격자를 이용하는 실시예로써, 영상 검출 장치와 관련된 모든 검출기뿐 아니라 상기 검출기와 관련된 렌즈 시스템이 투영 렌즈 시스템에 연결된 환형 홀더에 고정된다.

따라서 서로다른 검출기 및 투영 시스템들이 정밀하게 제작된 홀더에 위치시킴으로써 정렬될 수 있다.

본 발명에 따른 장치의 양호한 실시예로써, 각기 다른 세트로 된 4 개의 검출기가 투영 렌즈 시스템의 영상 필드에 있는 서로 다른 영역과 관계하며, 상기 영역의 중앙이 영상 필드의 중앙으로부터 서로 다른

거리에 위치된다.

만일 이 조건이 만족되면, 투영 방사로 형성되는 영상의 제3차 왜곡은 기판 테이블 위치 검출 장치에 독립적으로 측정될 수 있다.

자외선 방사빔이 사용되는 투영 장치는 또한 조명 플레이트가 각 검출기 앞에 놓여 있는바, 상기 조명 플레이트는 투영 방사를 검출기가 매우 민감하게 되는 방사로 변환한다.

따라서, 통상의 검출기들이 사용될 수 있다.

본 투영 장치는 기준 플레이트가 제조 기판 테이블을 통해 적어도 두개의 상호 수직축을 따른 위치 및 상기 축을 중심으로 하는 회전을 검출하는 위치 검출장치에 결합되고, 그리고 상기 장치의 출력신호, 영상 검출 장치의 위치 신호, 정렬 검출 장치의 출력 신호 및 포커스 오차 검출 장치의 출력 신호가 하나 또는 그 이상의 다음의 파라미터, 즉

- 투영 빔의 파장,
- 투영 렌즈 홀더내에서의 압력,
- 투영 렌즈 시스템의 렌즈 부재들간의 상호 거리,
- 투영 렌즈 홀더의 하나 또는 그 이상의 구성 요소 내의 매체의 구성,
- 투영 렌즈 홀더내에서의 온도,
- 정렬 장치의 제로세팅,
- 포커스 장치의 제로세팅,
- 투영 렌즈 시스템의 확대율을 보정하는 제어 신호를 공급하는 전자적인 신호 처리 장치의 입력들에 연결된다.

단파 펄스 레이저가 방사원으로서 이용되고 그리고 펄스당 파장을 측정하는 투영 빔 파장 측정 장치가 제공된 투영 장치는 파장 측정 장치의 출력이 전자 신호 처리 장치의 입력에 연결되어 있다.

결과적으로, 측정 신호가 처리될 때, 측정 당시의 파장의 크기가 계산될 수 있다.

이제 첨부 도면을 참조로 하여 본 발명의 실시예들을 더욱 상세히 설명하기로 한다.

제1도는 기판상에 마스크 패턴을 반복적으로 투영시키는 공지된 장치의 실시예에 대한 도면이다. 이 장치의 주요 구성요소는 투영될 마스크 패턴 C 가 정렬되게 되는 투영 칼럼과 그리고 기판이 마스크 패턴 C와 관계하여 위치 설정될 수 있는 이동식 기판 테이블 WT 이다.

투영 칼럼에는 예컨대 레이저 LA, 빔 확장기 Ex, 투영 빔 PB 내에 있는 방사가 균등하게 분포되도록 하는 적분기로 언급이 되는 요소 IN 및 콘덴서 렌즈 CO 를 구비하는 조명 시스템이 포함된다. 투영 빔 PB 는 마스크 M 에 나타나는 마스크 패턴 C 를 조명하는바, 상기 마스크는 마스크 테이블 MT 상에 정렬된다.

마스크 패턴 C 를 통과하는 빔 PB 는 투영 칼럼에 정렬된 투영 렌즈 시스템 PL 을 횡단하며, 투영 렌즈 시스템이 기판 W 상에 패턴 C 의 영상을 형성시킨다. 투영 렌즈 시스템은 예컨대 확대율  $M=1/5$ , 개구수  $N.A=0.48$  그리고 회절 제한 영상 필드의 직경이 22mm 이다.

기판 W 은 예컨대 공기 베어링으로 지지되는 기판 테이블 WT 상에 정렬된다. 투영 렌즈 시스템 PL 과 기판 테이블 WT 는 하부측은 예컨대 화강암으로된 베이스 플레이트 BP 로 닫히고 그리고 상부측은 마스크 테이블 MT 로 닫히는 하우징 H0 에 정렬된다.

제1도에 보인 바와 같이, 마스크 MA 는 두개의 정렬 마크  $M_1$  및  $M_2$  를 갖는다. 이들 마크들은 회절 격자로 구성되는 것이 바람직하지만 이들 주변부로부터는 광학적으로 구별이 되는 스퀘어 또는 스트립들과 같은 다른 마크들로 형성될 수도 있다. 정렬 마크들은 2 차원적인바, 이 마크들은 두개의 상호 수직 방향(제1도에서 X 및 Y 방향)으로 연장된다. 패턴 C 의 다수의 영상(이 영상들은 나란히 정렬된다)이 형성되는 예컨대 반도체 기판으로 된 기판 W 은 다수의 정렬마크 및 2 차원 회절 격자를 구비하는바, 이 중 2개의 정렬마크  $P_1$  및  $P_2$  가 제1도에 나타나있다. 마크  $P_1$  및  $P_2$  는 패턴 C의 영상들이 형성되는 기판 W 상의 영역 외곽에 위치된다. 바람직하게, 격자 마크  $P_1$  및  $P_2$  는 위상 격자형태로 되어 있고 그리고 격자 마크  $M_1$  및  $M_2$  는 진폭 격자형태로 되어 있다.

제2도는 2개의 동일한 기판 위상 격자중 하나를 보다 큰 축적으로 보인 것이다. 상기 격자는 4개의 서브 격자  $P_{1,a}$ ,  $P_{1,b}$ ,  $P_{1,c}$ , 및  $P_{1,d}$  를 구비하는데, 이들 중 두개의 서브 격자  $P_{1,b}$  및  $P_{1,d}$  는 X 방향으로의 정렬을 위해 사용되고 나머지 두 개의 서브 격자  $P_{1,a}$ , 및  $P_{1,c}$  는 Y 방향으로의 정렬을 위해 사용된다. 두개의 서브 격자  $P_{1,b}$ , 및  $P_{1,c}$  는 예컨대  $16\mu\text{m}$  의 격자 주기를 가지며, 서브 격자  $P_{1,a}$  및  $P_{1,d}$  는 예컨대  $17.6\mu\text{m}$  의 격자 주기를 갖는다. 서브 격자 각각은,  $200 \times 200\mu\text{m}$  의 치수를 갖는다. 근본적으로  $0.1\mu\text{m}$  보다 적은 정렬의 정확도가 이 격자 및 적당한 광학 시스템으로 성취될 수 있다. 정렬 장치의 점유 범위를 증대시키기 위해서 서로 다른 격자 주기가 선정된다.

제3도는 제조 기판에 제조 마스크를 정렬하는데 사용되는 장치의 광학 소자들을 보인 것이다. 이 장치는 투영 렌즈 시스템 PL의 광학축 AA' 에 대칭으로 위치되는 두개의 분리된 동일한 정렬 시스템 AS<sub>1</sub> 및 AS<sub>2</sub> 를 포함하고 있는 2중 정렬 검출 시스템을 구비한다. 정렬 시스템 AS<sub>1</sub> 은 마스크 정렬 마크  $M_2$  와 관계하고, 정렬 시스템 AS<sub>2</sub> 는 마스크 정렬 마크  $M_1$  과 관계한다. 두개의 정렬 시스템의 대응 소자들은 동일 번

호로 표시하였는바, 시스템 AS<sub>2</sub>의 번호에는 프라임(' ) 표시를 하여 시스템 AS<sub>1</sub>의 번호와 구별되도록 하였다.

이제, 시스템 AS<sub>1</sub>의 구조와 그리고 마스크 마크 M<sub>2</sub> 및 기판 마크 P<sub>2</sub>의 상호위치가 결정되는 방식에 대하여 설명하기로 한다.

정렬 시스템 AS<sub>1</sub>은 예컨대 정렬 빔 b를 방출하는 헬륨-네온 레이저인 방사원(1)을 구비한다. 이 빔은 빔 분할기(2)에 의해 제조 기판 W 쪽으로 반사된다. 빔 분할기로서는 부분 투영 거울이나 또는 부분 투영 프리즘이 이동될 수도 있지만 여기서는 λ/4 플레이트(3)가 부착된 편광 감광성 분할 프리즘을 사용하고 있는바, λ는 빔 b의 파장이다. 투영 렌즈 시스템 PL은 기판 W 상에 있는 직경이 1mm 정도인 조그만 방사 스폿 V에 빔 b를 포커싱한다 이 기판은 빔의 일부를 빔 b<sub>1</sub>으로서 마스크 MA의 방향으로 반사시킨다. 빔 b<sub>1</sub>은 투영 렌즈 시스템 PL을 통과하며, 상기 렌즈 시스템이 마스크 상에 방사 스폿 V를 영상화시킨다. 기판이 조명 장치에 장치되기에 앞서, 예컨대 유럽 특허 출원 제 0,164,165호에 기술된 장치에 결합된 사전 정렬 스테이션에 사전 장치되어, 방사 스폿 V가 기판 마크 P<sub>2</sub>에 놓여 지게 된다. 이 마크는 빔 b<sub>1</sub>에 의해서 마스크 마크 M<sub>2</sub> 상에 영상화된다. 투영 렌즈 시스템의 확대율 M을 계산하며 마스크 마크 M<sub>2</sub>의 치수가 기판 마크 M<sub>2</sub>의 치수에 맞도록 함으로써 만일 두개의 마크가 정확하게 상호 위치 설정되는 경우 마크 P<sub>2</sub>의 영상은 마크 M<sub>2</sub>와 정확히 일치하게 된다.

기판 W 으로부터 시작해서 다시 이 기판에 이르게되는 경로상에서 빔 b 및 b<sub>1</sub>은 그 광축이 방사원(1) 으로부터 나오는 선형 편광 빔(b)의 편광 방향에 대해 45° 각도를 이루어 신장되어 있는 λ/4 플레이트(3)을 두번 통과한다. 그리고 나서, λ/4 플레이트를 통과한 빔 b<sub>1</sub>은 b에 대해 90° 회전된 편광 방향을 가지므로, 빔 b<sub>1</sub>이 편광 분할 프리즘(2)을 통과하게 된다. λ/4 플레이트와 조합된 편광 분할 프리즘을 사용하면, 정렬 빔을 정렬 시스템의 방사 경로에 결합시킬 때 방사 손실이 최소화 되는 장점이 있다.

정렬 마크 M<sub>2</sub>를 통과한 빔 b<sub>1</sub>은 프리즘(11)에 의해 반사되고, 예컨대 또다른 프리즘(12)에 의해 반사 광검출기(13) 쪽으로 향하게 된다. 이 검출기는 예컨대 제2도에 따른 서브 격자들의 수와 일치되는 4개의 개별적인 방사 감광 영역을 갖는 복합 광 다이오드이다. 이들 검출기의 출력 신호들은 기판 마크 P<sub>2</sub>의 영상과 마크 M<sub>2</sub>와의 일치 여부를 나타내는 신호이다. 이들 신호들은 전자적으로 처리되어 구동 시스템(도시안됨)에 의해 기판에 대해 마스크를 이동시키는데 이용되어, 이에 따라서 마크 P<sub>2</sub>의 영상과 마크 M<sub>2</sub>가 일치하게 된다. 따라서, 자동 정렬 장치가 얻어진다.

예컨대 부분 투영 프리즘 형태로 된 빔 분할기(14)는 프리즘(11)과 검출기(13) 사이에 배치되며, 상기 빔 분할기가 빔 b<sub>1</sub>의 일부를 빔 b<sub>2</sub>로 분할시킨다. 분할빔 b<sub>2</sub>는 예컨대 두개의 렌즈(15,16)를 통해, 모니터(도시안됨)와 결합된 텔레비전 카메라(17) 상에 입사 되는데, 상기 모니터 상에는 정렬 마크 P<sub>2</sub> 및 M<sub>2</sub>가 나타나 조명 장치의 오퍼레이터에게 보여지게 된다. 따라서, 이 오퍼레이터는 두개의 마크가 일치하는지의 여부를 확인할 수 있으며, 만일 필요한 경우 마크가 일치되도록 하기 위해 조작기를 이상하여 기판 W을 이동시킬 수 있다.

마크 M<sub>2</sub> 및 P<sub>2</sub>에 대해 전술한 바와 마찬가지로, 마크 M<sub>1</sub> 및 P<sub>2</sub>와 마크 M<sub>1</sub> 및 P<sub>1</sub> 각각은 서로 관계하는 식으로 정렬될 수 있다. 이 두 정렬에 대해서는 정렬 시스템 AS<sub>2</sub>가 이용된다.

정렬 시스템을 통한 정렬 절차에 대한 세부적인 사항이 미합중국 특허 제 4,778,275호에 기술되어 있다. 또한 이 특허에 기술된 바와 같이, 정렬 시스템 AS<sub>1</sub> 및 AS<sub>2</sub>는 정렬 절차시 마스크에 대한 기판의 이동을 측정하는 매우 정밀한 2 차원 이동 측정 시스템과 긴밀한 관계를 이루고 있다. 따라서, 정렬 마크 P<sub>1</sub> 및 P<sub>2</sub>와 M<sub>1</sub> 및 M<sub>2</sub> 간의 위치 및 상호 거리는 이동 측정 시스템으로 결정되는 조합 체계로 설정될 수 있다. 제1도에서 IF로 표시된 이동 측정 시스템은 예컨대 미합중국 특허 제 4,251,160호에 기술된 간섭계 시스템이다.

투영 렌즈 시스템 PL은 요망되는 큰 분해력에 비추어 볼때 가능한 작아야만 하며 따라서 정렬 빔의 파장과는 크게 차이가 나는 투영 빔 PB의 파장에 대해 디자인 되어 있기 때문에, 정렬 마크 P<sub>1</sub> 및 P<sub>2</sub>와 M<sub>1</sub> 및 M<sub>2</sub>를 서로 상에 영상화시키기 위해 상기 시스템을 이용할 때 편차가 발생한다. 따라서, 기판 정렬 마크 P<sub>1</sub> 및 P<sub>2</sub>는 마스크 정렬 마크가 위치된 마스크 패턴의 평면에 영상화되지 않고 상기 마스크 패턴으로 부터의 소정 거리에 영상화되게 되는데, 이 소정 거리는 투영 빔의 파장과 정렬 빔의 파장간의 차 및 상기 두 파장을 갖는 투영 렌즈 요소 재료의 굴절 지수간의 차에 따라 변하게 된다. 만일 투영 빔의 파장이 예컨대 248nm 이고 정렬 빔의 파장이 633nm 이면, 이 거리는 2m 정도로 커지게 된다. 더우기, 상기 파장의 차이로 인하여, 기판 정렬 마크가 요망 확대율로부터 벗어난 확대율로 마스크 정렬 마크 상에 영상화되며, 파장의 차이가 증가함으로 해서 편차가 증가하게 된다.

상기 편차를 보정하기 위해서, 투영 칼럼 PL은 추가의 렌즈, 즉 보정 렌즈(25)를 포함하고 있다. 제3도에 보인 것과는 대조적으로, 정렬 빔은 투영 렌즈 상부 위치에 있는 장치에 연결되지 않고 렌즈 홀더에 있는 창을 통과하여 보정 렌즈 하부 및 근접지에 있는 웨지와 같은 반사 요소에 가해진다. 보정 렌즈는 정렬 빔의 각기 다른 회절 오더를 나타내는 서브빔(기판 정렬 마크로 형성됨)이 이들 서브빔에 개별적으로 영향을 끼칠 수 있도록, 보정 렌즈의 평면에 충분히 분리되어 있는 높이에서 투영 칼럼에 배치되는 한편, 이 보정 렌즈는 투영 빔과 이것으로 형성되는 마스크 영상에서 무시할 수 있을 정도의 영향을 끼친다. 상기 보정 렌즈는 투영 렌즈 시스템의 배후 초점면에 위치된다. 만일 이 시스템이 기판측에서 원



거리 중심적이면, 이 초점 평면은 이 시스템의 출구 동공의 평면과 일치한다. 만일 보정 렌즈(25)가 제3도에 보인바와 같이 정렬 빔  $b$  및  $b'$ 의 주요선들이 서로 교차하는 평면(24)에 배치되면, 이 렌즈는 두개의 정렬 빔을 보정하는데 있어 동시에 이 용된다.

상기 보정 렌즈는 격자에 의해 제1오더 회절되는 서브 빔의 방향을 변화시키는 힘을 가지고 있는바, 이에 따라서 이 빔의 주요선이 마스크 정렬 마크  $M_2$ 의 평면에서 서로 교차한다. 또한, 보정 렌즈는 제1오더의 서브 빔보다 큰 각도를 통해 마크  $P_2$ 로 회절되는 보다 높은 오더의 서브빔이 렌즈를 통과하지 못하도록 하는 작은 직경을 가지고 있다. 더우기, 보정 렌즈에는 한 부재가 배치되는바, 이 부재는 제로 오더의 서브빔  $b(0)$ ,  $b'(0)$ 이 보정 렌즈를 통과하지 못하도록 한다. 이 부재는 정렬 빔을 영상 렌즈 시스템으로 결합시키는데 이용되는 상기 웨지 형태로 될수 있다. 상기 측정에 의해서, 격자  $M_2$  상에 격자  $P_2$ 를 영상화시키는데 제1오더의 서브 빔만이 이용되어 추가적인 장점들이 얻어지게 된다.

제로 오더의 서브 빔을 억제함으로써, 격자  $P_2$ 의 영상 콘트라스트가 크게 증대될 수 있다. 제2 및 보다 높은 오더의 서브 빔들은 억제되기 때문에, 격자  $P_2$ 에서의 불규칙성이 정렬 신호에 어떠한 영향도 끼치지 않는다. 단지 제1오더의 서브 빔만을 이용할 때, 격자  $P_2$ 의 제2하모닉이 투영 렌즈 시스템 PL의 확대율  $M$ 으로부터 벗어나 투영되고, 격자  $P_2$ 의 영상은 격자  $P_2$ 의 주기의  $1/2$ 인 주기를 갖는다. 만일 격자

$M_2$ 의 격자 주기가  $P_2$ 의 영상의 주기와 같으면, 다시 말해서 격자  $P_2$ 의 격자 주기의  $\frac{m}{2}$  배와 같게 되는 경우, 격자  $M_2$  및  $P_2$ 가 정렬되게 되는 정확도는 투영시 전체 빔  $b$ 가 이용되는 경우에 비해 2 배 정도로 크게된다.

기판 정렬 마크에 대하여 마스크 정렬 마크  $M_2$ 를 정렬시키는데 사용되는 시스템  $AS_1$ 에 대해서는 이미 상술하였으므로, 기판 정렬 마크에 대하여 마스크 정렬 마크  $M_1$ 을 정렬시키는 시스템  $AS_2$ 에 대해서 추가로 설명하지 않기로 한다. 시스템,  $AS_2$ 는 시스템  $AS_1$ 과 같은 요소들을 구비하며 또한 이와 같은 방식으로 동작한다. 이미 제3도에 보인 바와 같이, 시스템,  $AS_1$  및  $AS_2$ 는 공통적으로 보정 렌즈(25)를 가지고 있다. 투영 장치는 2중 정렬 장치 대신에 예컨대 미합중국 특허 제 4,251,160호에 기술된 바와 같은 단일 정렬 장치를 구비 할수 있다.

투영 장치에는 또한 제조 기판상에 제조 마스크가 반복적으로 영상화되는 동반 투영 렌즈 시스템의 영상 평면과 제조 기판의 평면 사이의 편차를 검출하는 포커스 오차 검출 장치를 구비하고 있는 포커스 서보 장치가 제공되어 있다. 이러한 편차가 발생할 때, 예컨대 그 광학축을 따라서 투영 렌즈를 이동시킴으로써 포커스 오차 검출 장치에 의해 공급되는 신호로 포커스가 보정될 수 있다.

이 포커스 오차 검출 장치 FD가 제4도에 도시되어 있다. 제4도에는 또한 예컨대 두 부분  $IF_1$  및  $IF_2$ 로 구성된 기판 테이블의 위치 검출 장치 및 영상 검출 장치의 기준 플레이트 RP가 도시되어 있다.

포커스 오차 검출 장치 FD는 예컨대 포커스 빔  $b_f$ 를 공급하는 다이오드 레이저 DL로된 방사원과 그리고 프리즘  $PR_1$ 을 구비하는데, 상기 프리즘은 투영 렌즈 시스템의 광학축이 기준 플레이트 RP와 교차하게 되는 상기 플레이트상의 한 포인트 쪽으로 포커스 빔  $b_f$ 를 반사시킨다. 간략성을 위해서, 상기 빔의 주요선만을 도시한다. 다이오드 레이저 DL과 프리즘  $PR_1$  사이에 배치된 렌즈  $L_1$ 은 빔을 기준 플레이트상의 방사 스폿에 빔을 포커싱한다. 기준 플레이트에 의해 반사된 빔  $b_f$ 는 제2프리즘  $PR_2$ 에 의해 다시 반사되어 방사 감광 검출기 DE 쪽으로 향한다. 프리즘  $PR_2$ 와 검출기 DE 사이에 배치된 렌즈  $L_2$ 는 기준 플레이트에 형성된 방사 스폿을 검출기 DE에 영상화한다. 투영 렌즈 시스템과 기준 플레이트 간의 거리가 Z 방향으로 변화할 때, 검출기 DE 상에 형성된 방사 스폿이 검출기 자체의 평면 쪽으로 이동한다. 검출기는 위치 감광 검출기로 되거나 또는 두개의 개별적인 검출 소자를 구비하고 있으므로, 방사 스폿의 이동 및 이에 대응하는 포커스 오차가 결정될 수 있다. 이렇게 해서 얻어진 정보는 제5도에 보인 공지된 평행사변형 구성으로 기판 테이블 WT의 Z 위치를 보정하는데 사용될 수 있다. 포커스 오차 검출 장치의 각 소자들은 예컨대 투영 렌즈 시스템의 홀더에 고정 결합된 두개의 원통 홀더에 장치된다.

미합중국 특허 제 4,356,392호에 기술된 바와 같이, 포커스 빔이 검출기상에 입사되기전 기준 플레이트에 의해 두번째로 반사되도록 하는 반사기는 검출기 DE의 위치에 배치될 수 있다. 포커스 에러 검출 장치의 양호한 실시에는 포커스 오차 측정이 기준 플레이트 또는 제조 기판의 경사나 혹은 이 기판의 국부적인 반사에서의 차이에 의해 영향을 받지 않게되는 장점을 갖는다.

기판 테이블의 X 및 Y 위치를 매우 정확히 결정하기 위해서, 투영 장치는 예컨대 두 부분  $IF_1$  및  $IF_2$ 로 구성된 복합 간섭계 시스템을 구비하고 있다. 부분  $IF_1$ 은 Y 방향으로 기판 테이블의 반사측면에 하나 또는 그 이상의 빔을 방출시킴과 아울러 반사 빔을 수신한다. 그러므로써, 기판 테이블의 X 위치가 결정될 수 있다. 마찬가지로, 기판 테이블의 Y 위치가 간섭계 부분  $IF_2$ 를 통해 검출될 수 있다. 간섭계 시스템은 미합중국 특허 제 4,251,160호에 기술된 바와 같이 실시될 수 있으며, 이때 두개의 빔으로 동작하게 된다. 소위 2-축 간섭계 시스템 대신에 미합중국 특허 제 4,737,823호에 기술된 바와 같은 3-축 시스템 또는 다중축 시스템이 사용될 수도 있다.

정렬 마크  $P_1$  및  $P_2$ 와  $M_1$  및  $M_2$ 의 위치 및 상호 거리는 정렬시, 기판 테이블 위치 검출 장치 또는 간섭계 시스템을 이용함으로써, 간섭계 시스템에 의해 확정되는 좌표체계로 설정될 수 있다. 따라서 투영 장치의 프레임 또는 이 프레임의 구성 요소에 관계할 필요가 없으므로, 예컨대 온도변화, 기계적인 크리프(creep)등으로 인한 상기 프레임에서의 변화가 측정에 어떠한 영향도 끼치지 않게된다.

더욱 세밀한 통찰을 위해서, 투영 장치를 제5도에 단면도로 다시한번 나타냈다. 조명 시스템은 제1도와는 약간 다른 구조로 되어 있으며, 예컨대 Krypton-Fluoride 레이저로된 레이저 LA, 렌즈 시스템 LS, 반사기 RE 및 콘덴서 렌즈 CO 를 구비한다. 상기 조명 시스템은 선도로 보인 공지된 시스템 LWC 를 구비하는바, 이 시스템 LWC 에 의해서 레이저 방사의 파장이 체크된다. 시스템 LWC 는 기사 "Design Principles for an Illumination System using an Excimer Laser as a Light Source" (SPIE Vol. 1138(1989)PP.121 등)에 기술되어 있다.

이중 정렬 검출 장치는 입사 빔 b 및 두개의 정렬 빔  $b_1$  및  $b_1'$  와 그리고 부재 25, 13, 13', 22 및 22' 로 표시되어 있다. 미합중국 특허 제4,778,275호에 기술 된 바와 같이, 마스크가 기판상에 영상화되는 확대율의 오차는 이중 정렬 검출장치로 결정될 수 있다. 그러나, 이 확대율 오차 측정은 투영 빔의 파장으로 수행되는 것이 아니라, 정렬 빔의 파장으로 수행된다. 만일 이들 파장간에 큰 차이가 있는 경우, 확대율 오차 또한 영상 검출 장치로 결정될 수 있다.

제5도는 렌즈  $L_1$  및  $L_2$  를 갖는 포커스 오차 검출 장치와 그리고 좌측으로 부터 입사함과 아울러 제조기판 또는 기준 플레이트에 의해 한번 반사되는 포커스 빔  $b_f$  를 반사시키는 역반사기 RE 를 구비한다. 반사 빔  $b_f$  는 부분적으로 투명한 프리즘 PR<sub>1</sub> 에 의해 검출기 DE 쪽으로 반사된다.

제5도는 또한 영상 검출 장치의 일부, 즉 기준 플레이트 격자 마크와 관련됨과 아울러 각각 투영 렌즈  $L_3$  및  $L_4$  와 검출기 DT<sub>3</sub> 및 DT<sub>4</sub> 를 구비하는 두개의 검출 시스템을 나타내고 있다. 투영 빔 PB 의 일부를 형성하는 빔부분 PB<sub>1</sub> 은 예컨대 마스크 마크인 마스크 일부가 기준 플레이트상에 영상화되는 것을 표시하고 있다.

빔 IF<sub>b</sub> 는 본 장치에 기판 테이블 위치 검출 장치가 제공됨을 표시한다.

PS 및 TS 는 각각 압력 센서 및 온도 센서를 나타낸다.

제4도에 보인 기준 플레이트 RP 는 마스크 테이블 WT 의 고정부가 될 수 있다. 이 플레이트는 투영 장치에 사용할시 테이블 WT 에 고정 연결되는 개별적인 부재로써, 기판 테이블 위치 검출 장치에 결합된다. 제1투영 장치에서의 영상 검출 절차가 완수된후, 이 플레이트는 다음 장치에서 영상 검출 절차를 수행하도록, 제2투영 장치에 이어서 연속적으로 제3투영 장치에 제공될 수 있다. 따라서, 상기 기준 플레이트로 모든 일련의 투영 장치들을 설정하고 그럼으로써 매우 정확하게 이 장치들을 정합시키는 것이 가능한바, 상기 투영 장치들은 예컨대 매번 서로다른 제조 마스크와 더불어 일련의 제조 기판에 대한 연속적인 조명을 수행하는데 사용된다.

기준 플레이트는 그 크기가 온도, 습도 등과 같은 주변 파라미터에 의해 거의 영향을 받지 않는 석영 또는 유리등과 같은 매우 안정한 재료로 만들어진다. 따라서, 플레이트 마크 사이의 위치 및 상호 거리가 변화되지 않게된다.

제4도에 보인 바와 같이, 기준 플레이트 PR 은 투영 렌즈 시스템의 영상 필드보다 약간 큰 표면을 가지고 있다. 그러나, 기준 플레이트를 서로다른 투영장치를 정합시키는데 사용되는 소위 표준 기판(홀리 웨이퍼)으로 확장하는 것이 가능하다. 홀리 웨이퍼와의 이러한 정합이 이루어지도록 하는 방식이 기사 "Matching Management of Multiple Wafer Stepper using a Stable Standard and a Matching Simulator" ("SPIE" Vol.1087, San Jose USA, Feb.1989)" 에 기술되어 있다.

영상 검출 장치 및 확장 기준 플레이트가 사용될 때, 서로다른 투영 장치들의 상호 정합이 매우 신속하게 이루어 질수 있는바, 이는 표준 기판상에 포토레지스트를 제공 및 현상하고 다시 이를 제거할 필요가 없기 때문이다.

제4도는 표준 기판 또는 확장 기준 플레이트 SW 이 투영 장치에 제공될 수 있음을 보인 것이다. 제6도는 표준 기판의 평면도를 나타낸다. 이 기판은 복수의 영역 SWa 으로 분할되는바, 이것의 일부가 제6도에 확대되어 나타나 있다. 실제로, 표준 기판상에서의 영역 SWa 수는 예컨대 제조 기판상에 형성되어야만 하는 IC 의 수 예컨대 27 개와 동등하다. 각각의 영역 SWa 는 기준 플레이트 RP 에 있는 마크와 유사한 3 개의 격자 마크 P<sub>3</sub>, P<sub>4</sub> 및 P<sub>5</sub> 를 포함하고 있다. 표준 기판은 이 기판을 전체로서 정렬시키는 복수의 추가적인 마크 P<sub>8</sub>, P<sub>9</sub>, P<sub>10</sub>, P<sub>11</sub>, P<sub>12</sub> 및 P<sub>13</sub> 을 포함하고 있다. 더우기, X 및 Y 축을 따라 배열된 복수의 마크 PS 가 존재하는바, 이들은 기판 테이블 WT 의 측부상에 있는 거울의 편평성을 측정하는데 사용된다.

제4도의 실시예에서, 기준 플레이트 RP 는 제조 마스크 즉 영상 검출 절차 동안 투영 장치에 제공되는 기준 마스크의 3 개의 마크 M<sub>3</sub>, M<sub>4</sub> 및 M<sub>5</sub> 에 대응하는 3 개의 마크 P<sub>3</sub>, P<sub>4</sub> 및 P<sub>5</sub> 를 갖는다. 이 절차동안, 투영 빔 PB 가 스위치 온되는바, 이 빔은 기준 마스크를 조명한다. 이 마스크는 투영 렌즈 시스템 PL 에 의해 기준 플레이트 부분(제6도에서 SWa)상에 영상화되며, 이것의 크기는 제조 조명 절차의 일련의 단계에 걸쳐 조명되는 제조 기판 부분들의 크기에 대응한다. 마크 M<sub>3</sub>, M<sub>4</sub> 및 M<sub>5</sub> 는 각각 마크 P<sub>3</sub>, P<sub>4</sub> 및 P<sub>5</sub> 상에 영상화된다.

본 발명에 따르면, 마크 P<sub>3</sub>, P<sub>4</sub> 및 P<sub>5</sub> 는 위상 격자이고, 마크 M<sub>3</sub>, M<sub>4</sub> 및 M<sub>5</sub> 는 진폭 격자이며, 격자 M<sub>3</sub>, M<sub>4</sub> 및 M<sub>5</sub> 의 격자 주기와 격자 P<sub>3</sub>, P<sub>4</sub> 및 P<sub>5</sub> 의 격자 주기 사이의 비는 투영 렌즈 시스템의 확대율, 예컨대 1/5 과 동등하다.

제7도는 기준 플레이트 격자들중 한 격자 P<sub>3</sub> 를 평면도로 보인 것이다. 원칙적으로, 이 격자는 그 격자 스트립이 각각 X 방향 및 Y 방향으로 확장되는 두개의 격자 부분을 포함하고 있다. 기준 마스크에 있는 대응 격자 M<sub>3</sub> 는 물론 같은 기하학적 모양을 갖는다. 격자 P<sub>3</sub> 및 M<sub>3</sub> 는 격자 P<sub>3</sub> 의 4 개의 격자 부분 P<sub>3.1</sub>,

$P_{3.2}$ ,  $P_{3.3}$ , 및  $P_{3.4}$  를 포함하는바, 이들은 격자  $P_3$  의 중앙 CE 주위에 대칭으로 위치된다. 그러므로, 어떠한 경우에서도 측정 오차가 최소화 될 수 있다.

제7(b)도는 격자 스트립 GS 및 줄간 스트립 GSI 를 갖는 격자부분  $P_{3.2}$  의 일부를 단면도로 보인 것이다. 이 격자는 주기  $P_1$  를 갖는다. 격자 스트립의 높이  $h$ 는  $\lambda/4$ (여기서  $\lambda$ 는 투영 빔의 파장임)로써 이에 따라 격자 영상에서 최대 콘트라스트가 얻어진다. 두개의 파장  $\lambda_1$  및  $\lambda_2$  에 적합한 격자 마크의 경우, 높이  $h$ 는  $1/4\lambda_1$  과  $1/4\lambda_2$  사이의 값을 갖는다. 격자  $P_4$  및  $P_5$  는 제5(a)도 및 제5(b)도에 보인 바와 같은 형상을 가지며, 격자  $P_3$  와 동일한 격자주기, 격자 스트립 폭 및 격자 스트립 높이를 갖는다.

격자  $P_3$ ,  $P_4$  및  $P_5$  상에 입사되는 투영 빔 부분은 마스크 격자  $M_3$ ,  $M_4$  및  $M_5$  에 의해 다수의 회절오더로 분할된다. 반사 격자의  $P_3, P_4$  및  $P_5$  는 서로다른 오더의 빔 중 각각의 빔을 또다른 서브빔으로 분할한다. 이러한 서브 분할은 X 방향 및 Y 방향에서 이루어진다. (0,0)과는 같지 않은 모든 조합 오더(a,b)X 및 (a,b)Y (여기서, a 는 마스크 격자의 오더이고, b 는 기준 플레이트 격자의 오더이다)은 각각 대응 기준 마스크 격자에 대한 관련 기준 플레이트 격자의 X 방향 및 Y 방향으로의 정렬 오더에 관한 정보 및 이상적인 포커스 평면에 대한 기준 플레이트 격자의 Z 위치에 대한 편차에 관한 정보를 포함하고 있다. 본 발명에 따르면, 각 격자 부분에 대한 별도의 검출 시스템이 있다. 제8도에 12개의 검출 시스템이 도시되어 있으며, 격자  $P_3, P_4$  및  $P_5$  를 평면도로 도시하고 있다. 이 격자들은 파단선 BL로 표시된 투영렌즈 시스템의 영상 필드 가장자리상에 위치되는데, 이에따라 영상 확대율 및 영상 회전이 최적의 방식으로 측정될 수 있기 때문이다. 제8도는 또한 오리엔테이션을 목적으로 두개의 격자 마크  $P_6$  및  $P_7$  을 도시하는바, 상기 마크는 하나의 마스크 영상이 형성되는 제조 기판의 영역을 정렬시키는데 사용된다. 검출 시스템은  $DE_3$  내지  $DE_{14}$  로 표시되어 있는바, 검출 시스템  $DE_3, DE_4, DE_5$  및  $DE_6$  은 격자 마크  $P_3$  와 관계하는 것으로써 각각 +X, -X, +Y 및 -Y 방향으로 편향되는 방사를 수신하는데 이용되며, 마찬가지로 검출 시스템  $D_7-D_{10}$  은 격자  $P_4$  와 관계하고, 검출 시스템  $D_{11}-D_{14}$  는 격자  $P_5$  와 관계한다.

제9도는 한방향, 예컨대 X 방향의 하나의 격자 예컨대 격자  $P_3$  와 관련된 두개의 검출 시스템을 보인 것이다. 다른 방향, 즉 Y 방향에 대한 2 개의 검출 시스템 및 두개의 다른 격자 각각에 대한 4 개의 검출 시스템은 제9도에 보인 것과 동일하다. 본 발명에 따른 검출 시스템은 예컨대 광 다이오드  $DT_3$  및  $DT_4$  로 구성된 방사 감광 검출기들을 구비함과 아울러 간략성을 위해 단일의 렌즈 부재로 예시된 렌즈 시스템  $L_3$  및  $L_4$  를 구비한다. 다이어프램 플레이트  $DF_3$  및  $DF_4$  는 각각 검출기 앞에 배열된다. 렌즈  $L_3$ 로 형성된 격자  $P_3$  의 영상이 검출기  $DT_3$  의 방사 감광 표면을 정확히 커버한다. 다이어프램 플레이트  $DF_3$  는 격자 주변으로부터 나오는 방사가 검출기  $DT_3$  에 도달되지 않도록 한다. 그럼으로써, 검출기  $DT_3$  의 출력 신호가 만족스러운 신호 대 잡음비를 갖게 된다. 이 검출 방법은 기사 : SPIE, Vol. 633, Optical Microlithography V(1986), PP. 106-112 및 SPIE, Vol. 922, Laser Microlithography(1988), PP. 366-375 에 기술된 영상 검출 장치에 사용되는 것과 다른바, 이 공지된 장치에서 방사는 기준 플레이트에 의해 확산 산란되고 그리고 하나의 검출기가 영상 렌즈 시스템의 모든 영상 필드로부터 나오는 방사를 수신한다.

기준 플레이트의 평면과 검출기  $DT_3$  에 의해 포착되는 빔  $b_3$  의 주요 선간의 각도  $\beta$  는 투영 렌즈와 기판 테이블간의 유효간격으로 결정된다. 영상 검출 장치의 한 실시예에서 이 각도는  $12^\circ$  정도이다. 빔  $b_3$  의 구경( $\sin \alpha$ )은 대략 0.05 이다. 렌즈  $L_3$  는 확대율이 대략 1/4 이고, 포커스 길이가 대략 10mm 이며 직경이 대략 5mm 이다. 격자  $P_3$  의 중심과 렌즈  $L_3$  의 제1주평면간의 거리  $d_1$  는 대략 50mm 이고, 렌즈의 제2주 평면과 검출기간의 거리  $d_2$  는 대략 12.5mm 이다.

반사 격자  $P_3$  에 의해 형성되는 서로다른 회절 오더를 갖는 서브 빔은 서로 다른 각도에 있는 격자가 격자 평면에서 법선을 이루도록 하며, 보다큰 편향 각도는 보다 높은 회절 오더와 관련된다.

검출 시스템  $DE_3$  은 작은 구경을 가지므로, 최대로 가능한 방사량이  $(\beta - 1/2\alpha)$ 와  $(\beta + 1/2\alpha)$ 간의 각도내에서 반사된다. 따라서 1 보다 큰 조합 오더의 방사가 검출시스템에 들어간다. 검출기  $DT_3$  상에서의 방사량이 격자 파라미터의 적절한 선택으로 최대화 될 수 있으며, 투영 빔의 파장이 계산된다. 이들 격자 파라미터로는

격자 주기  $P_i$ ,

비율  $W_i/P_i$ ,

격자 스트립 GS 의 깊이 또는 높이  $h$  및

격자 스트립의 형상이 있다.

격자 스트립의 형상에 대한 조정은 이들 스트립의 벽이 각도  $\gamma$ 로 경사져 이들 벽이 제10도에 보인 바와 같이 방사를 각도  $\beta$  또는 각도  $\beta$  에 가까운 각도로 반사시키게 된다. 격자 스트립의 벽의 경사 대신에 또는 이와 조합으로, 또다른 격자 파라미터가 선택되어, 각도  $\beta$  에서 임의의 조합 오더로 회절되고 그리고 이들 오더에서의 세기가 다른 오더에서의 세기로 증폭될 수 있게 된다.

방사가 회전되는 각도를 결정하는 또다른 격자 파라미터들중의 하나는 격자 주기로써, 격자 주기가 작으면 작을수록 격자 평면의 법선과 서로다른 회절 오더의 주요 선간의 각도는 커지게 된다. 본 발명에 따르면, 격자 주기는 제조 조영시 투영 렌즈 시스템에 의해 투영되는 영상의 상세(라인 폭)의 크기로 조정된다. 서로 다른 영상 파라미터 들은 제조 대상에 큰 정도로 대응하는 기준 대상을 통해 결정 되기 때문

에, 이들 측정치들은 매우 정확하고도 신뢰할만하게 된다. 격자 주기가 상기 조정을 통해 결정되면, 각도  $\beta$ 에서의 요망 회절이 또다른 격자 파라미터를 적절히 선택함으로써 실현될 수 있다. 각도  $\beta$ 가 대략  $12^\circ$  이고, 렌즈  $L_3$ 의 포커스 길이가 대략 10mm 이며 구경이 대략 0.05 인 영상 검출 장치의 한 실시예에서, 격자는 주기  $P_1$ 가 대략  $0.84\mu\text{m}$ 이고 격자 스트립 폭이 대략  $0.21\mu\text{m}$ 인 곧은 격자 스트립을 갖는다. 이 격자는 투영 빔용으로 파장 365nm 및 248nm 에서도 이용 될 수 있는 장점이 있다. 365nm 의 파장에서는 (+1,+1) 및 (0,+2) 오더로 회절되는 방사가 검출기에 도달된다. 248nm 의 파장에서는 (0,+3), (-1,+4), (+1,+2), (0,+4) 및 (+1, +3) 오더로 회절되는 방사가 검출기에 도달된다.

특히, 파장이 248nm 인 깊은 자외선 방사와 같은 극 단파장 방사가 사용될 때, 광 다이오드와 같은 공지된 방사 감광 검출기들은 영상 검출 장치에서의 이용에 적합치 못하다. 따라서, 이와 같은 형태의 방사에 특별히 민감하고 그리고 민감성이 작은 검출기들이 사용되어야만 한다. 본 발명에 따르면, 발광 플레이트  $LP_3$  및  $LP_4$  가 각각의 검출 시스템  $DE_3, DE_4$  등에 배열되는바, 이 플레이트는 단파장 투영 방사를 통상의 검출기들이 민감하게 되는 파장보다 큰 파장의 방사로 변환한다.

단파장 투영 방사의 또다른 양상으로써, 이 방사가 Krypton-Fluoride 레이저와 같은 펄스 레이저에 의해 공급되어, 신뢰성을 위해 예컨대 20msec 의 펄스 구간을 갖는 짧은 방사 펄스 동안에만 측정이 이루어지게 된다. 본 발명에 따르면, 투영 레이저 펄스의 전자동기화 및 그 측정이 투영 장치에서 이루어진다. 제11도는 이러한 동기화의 원리를 보인 것이다. TB 는 영상 검출 절차동안 일련의 펄스 PU 가 통과되는 버스를 표시한다. 이들 펄스는 레이저 LA 에 인가되어 이 레이저를 점등하게 되며, 이 레이저는 짧은 방사 펄스를 투영 렌즈 시스템 PL 및 기준 마스크를 통해 기관 테이블상에 있는 기준 플레이트 RP 에 전송한다.  $\lambda$  로 표시된 라인은 레이저에 결합된 파장 측정 장치로 측정되는 값이 컴퓨터의 메모리  $ME_3$  에 전달되어 기억됨을 나타내는바, 이 컴퓨터는 모든 측정 신호들을 처리한다. 단위 시간당 펄스의 수가 장치 PD 에서 배가된후, 이들 펄스들은 기관 테이블 위치 검출 장치 IF 에 인가되어, 펄스 주기동안 측정되는 위치 및 방향이 컴퓨터의 제2메모리  $ME_1$  에 기억되게 된다. 장치 IF 는 기관 테이블의 X,Y 및 Z 위치와 이 테이블상의 기준 플레이트를 결정함과 아울러 Z 축을 중심으로한 그 회전을 결정한다. 그러나, Z 위치는 또한 펄스  $PU'$  가 인가되는 포커스 오차 검출 장치 FD 에 의해 공급될 수 있어, 펄스 주기동안 측정되는 Z 값이 컴퓨터의 메모리  $ME_4$  에 전달되고 기억된다. 검출 시스템  $DE_3-DE_{14}$  를 구비하는 영상 검출 장치 IS 의 신호들이 펄스 제어 샘플 및 홀드 회로 SA 에 인가되어, 장치 IS 로부터 나오는 신호들이 펄스 주기 동안 중앙 컴퓨터의 메모리에 전달되어 기억된다.

사용되는 펄스 주파수 및 렌즈 주기에서, AC 결합된 증폭기를 대신에 DC 결합된 증폭기들이 신호 처리를 위해 사용되어야만 한다. 신호 대 잡음비를 크게하기 위해서, 펄스 PU 들간의 주기에서 레이저 방사가 측정되며 펄스 주기에서의 측정 값이 펄스들간의 시간 주기에서의 측정 값과 비교된다.

최적의 정렬 위치를 결정하기 위해서 기준 플레이트 마크들을 이동시킬 때 영상 검출 절차에서의 펄스 주기 동안에만 신호들이 수신되기 때문에, 구해지는 신호들은 X,Y,Z,  $\theta_2$  검출 장치 및 서보 시스템의 부정확성에도 영향을 받지 않게 된다.

이들 장치에 의해 공급되는 신호들은 3 개의 기준 플레이트 마크와 3 개의 마스크 마크의 X,Y 및 Z 에 관한 정보를 포함하므로 총 12 개의 자유도가 측정된다.

모든 검출 장치들은 동일 기준 플레이트상에서 측정을 하기 때문에, 이들 장치들이 서로 결합된다.

검출 시스템  $DE_3-DE_{14}$  는 제12(a)도에 보인 바와 같이 투영 렌즈 시스템 PL 의 하부에 배치되는 환형 홀더 HOD 에 장치된다. 제12(b)도는 이 홀더의 단면도이다. 홀더는 리세스  $V_3-V_{14}$  가 정확히 결정된 위치에 있고 그리고 정확히 결정된 형상 및 크기를 갖는 솔리드 본체이다. 만일 검출 시스템이 이 홀더에 삽입되어 있으면, 이 검출 시스템은 미리 상당히 정렬되어 있어 투영 장치의 어셈블리시에는 보정될 필요가 없거나 또는 극히 작은 정도로 보정된다.

기준 플레이트 및 마스크 상에서 3 개의 2 차원 격자 마크를 사용하고 각 격자 마크에 대해 4 개의 검출기를 이용할 때, 12 개의 장치 파라미터 즉 자유도가 측정될 수 있다. 실제로, 측정에 있어서 소정의 용장도가 있도록 하기 위해서는 투영 장치상에서 9 개의 파라미터가 중요시된다. 측정되는 파라미터는 투영 방사를 갖는 투영 렌즈 시스템으로 형성되는 영상의 X,Y 및 Z 방향으로의 위치와 X,Y 및 Z 축을 중심으로한 이들 영상의 회전이다. 이들 위치 및 회전은 기관 테이블에 대하여 측정되며, 기관 테이블 위치 검출 장치로 확정되는 좌표 체계가 영상 검출 장치의 기준을 구성한다. Z 축을 중심으로한 회전은 자체의 평면에서의 영상의 회전이다. X 축과 Y 축을 중심으로 한 회전은 각각 Y 축과 X 축을 따른 영상의 기울기를 나타낸다.

투영광으로 형성되는 영상의 기울기에 관한 정보는 영상 검출 장치에 의해 공급되는 정보으로써 새로운 세대의 투영 장치에 설정될 기울기 검출 장치를 조정하는데 사용될 수 있는바, 상기 기울기 검출 장치는 투영 방사가 아닌 다른 방사로 동작하며 이것의 동작은 자동 콜리메이터 원리를 토대로 이루어진다.

영상의 위치, 회전 및 기울기에 관한 정보 이외에도, 영상 검출 장치는 영상의 질, 확대율, 비점수차 및 투영 빔의 파장의 편차 및 공기 압력, 온도등과 같은 주변 파라미터의 편차로 인해 발생하는 제3차 왜곡의 변화와 관계하는 변화에 관한 정보를 공급한다. 또한, 필드의 만곡은 주변 파라미터의 변화로 인하여 발생하는 비점수차 및 필드의 만곡에서의 변화가 고정 관계를 갖기 때문에 비점수차로부터 유도된다.

검출기  $D_3$  의 신호는 기준 플레이트 마크  $P_3$  에 대한 마스크 마크  $M_3$  영상의 X 위치에 관한 정보 및 이 영상의 Z 위치에 관한 정보를 포함하고 있다. 단일의 검출기  $D_3$  로는 독립적인 X 및 Z 신호가 얻어지지 못한다. 검출기  $DT_4$  의 신호에서, Z 위치에 종속적인 컨트리뷰션(contribution)(또는 X 위치에 종속적인 컨트리뷰션)이 검출기  $DT_3$  의 신호에서의 컨트리뷰션과는 다른 부호를 갖고 그리고 두개의 신호에서 X 위

치에 종속적인 컨트리뷰션(또는 Z 위치에 종속적인 컨트리뷰션)이 같은 부호를 갖기 때문에, X 위치(또는 Z 위치)에 관한 독립적인 정보가 두개의 검출 신호를 감산함으로써 얻어질 수 있고 Z 위치(또는 X 위치)에 관한 독립적인 정보는 두개의 검출기 신호를 감산함으로써 얻어질 수 있다. 마스크 마크  $M_3$  의 영상의 X 위치를 결정하기 위해서, 기준 플레이트가 일정한 Z 에서 X 방향으로 이동하고 그리고 검출기  $DT_3$  상에서의 방사 세기는 이동의 함수로서 측정된다. 이렇게 구해진 세기 대 이동 곡선의 위상을 기준 곡선과 비교함으로써, X 위치가 얻어진다. 포커스(Z 위치)를 결정하기 위해서, 기준 플레이트가 일정한 X 에서 Z 방향으로 이동하고 그리고 세기가 다시 이동의 함수로서 측정된다. 이렇게 해서 구해진 세기 대 이동 곡선을 기준 곡선과 비교함으로써 Z 위치,  $Z_{3,x}$  가 구해진다.  $Z_{3,x}$  는 마크  $P_3$  의 위치에서 x 방향으로의 포커스 오차에 관한 정보를 제공한다. 마찬가지로, 위치 신호  $Y_3$  및 포커스 오차 신호  $Z_{3,y}$  가 검출기  $DT_5$  및  $DT_6$  의 신호로부터 구해진다. 따라서, 마스크  $M_3$  의 영상의 X 및 Y 위치와, 기준 플레이트 마크  $P_3$  에서 X 및 Y 방향으로의 포커스 오차 및 영상의 비점수차가 얻어진다.

동일한 방식에서, 위치 신호  $X_4$  및  $Y_4$  와 포커스 오차 신호  $Z_{4,x}$  및  $Z_{4,y}$  가 기준 플레이트 마크  $P_4$  와 관련된 검출기  $DT_7, DT_8, DT_9$  및  $DT_{10}$  의 신호로부터 얻어질 수 있으며, 위치 신호  $X_5$  및  $Y_5$  와 포커스 오차 신호  $Z_{5,x}$  및  $Z_{5,y}$  가 마크  $P_5$  와 관련된 검출기  $DT_{11}, DT_{12}, D_{13}$  및  $DT_{14}$  의 신호로부터 구해진다. 따라서, 영상에 있는 3 개의 마크의 X, Y 및 Z 위치가 구해지기 때문에, 투영 방사를 갖는 투영 렌즈 시스템으로 형성되는 전체 영상의 X, Y 및 Z 위치  $P_{T,x}, P_{T,y}$  및  $P_{T,z}$  가 또한 구해진다.

원칙적으로,  $P_{T,x}, P_{T,y}$  및  $P_{T,z}$  는 또한 한개의 격자 마크, 예컨대  $P_3$  와 관련된 4 개의 검출기  $DT_3, DT_4, DT_5$  및  $DT_6$  의 신호만으로부터 결정될 수 있다. 이 검출기들은 또한 모든 영상의 비점수차,  $AS_T$  에 관한 정보를 제공한다. 이 위치 정보는 3 개 마크상에서 측정할 때 구해지는 정보만큼 정확하지는 않지만 일부 여건에서 만족스럽게 이용될 수 있다.

관련 기준 플레이트 마크에 대하여 3 개의 마스크 마크의 영상 위치가 알려지면, 영상 평면 즉 X 축과 Y 축을 중심으로한 3 개의 마스크 마크 영상을 통한 평면의 기울기  $\theta_x$  및  $\theta_y$  가 X 및 Y 방향에서 3 개의 영상 위치를 각각 비교함으로써 결정될 수 있다.

Z 축을 중심으로 한 투영 영상의 회전으로 서로다른 마스크 마크 영상의 X 및 Y 위치에서 상반 편차가 발생한다. 그러므로, 영상 회전은 마스크 마크 영상의 X 및 Y 축 위치를 비교함으로써 결정될 수 있다.

각각 X 및 Y 방향에서 확대율 오차 ME 가 있는 경우에, 제 1 마스크 마크 예컨대,  $M_3$  의 영상이 제 2 마스크 마크 예컨대  $M_4$  에 대하여 각각 X 방향 및 Y 방향으로 상반 이동한다. 확대율 오차는 X 및 Y 방향으로의 이들 위치의 시프트를 비교함으로써 결정될 수 있다.

제 3 차 왜곡, 즉 방사 왜곡  $D_3$  는 만일 3 개의 기준 플레이트 마크가 투영 렌즈 시스템 PL 의 광학 축으로부터 서로다른 거리에 위치되는 경우 3 개 마크에 대한 모든 위치 정도를 비교함으로써 결정된다. 만일 이 마크들이 광학축으로부터 동등한 거리에 위치되어 있으면, 제 3 차 왜곡은 기판 테이블 위치 검출 장치를 기준으로 활용함으로써 결정될 수 있다.

앞서 보인 바와 같이, 9 개의 관련 파라미터  $X_T, Y_T, Z_T, \theta_x, \theta_y, \theta_z, ME, AS$  및  $D_3$  가 실제로 측정될 수 있다. 검출 신호들에 대한 처리는 서실 검출기 신호와 기준 값을 비교하는 중앙 컴퓨터를 이용하는 여러가지 방식으로 실행된다. 따라서 소위 곡선 고정 절차가 이용되어, 측정된 신호 곡선과 컴퓨터에 기억된 기준 곡선을 비교할 수 있다. 이 비교의 결과로 투영 장치의 각종 서보 장치들에 대한 제어 신호가 제공된다. 따라서, 투영의 질, 즉 주변 파라미터, 투영 빔의 파장, 기계적 드리프트 등에 영향을 끼치는 모든 파라미터들이 정확히 알려질 필요가 없으며, 컴퓨터가 이 검출기 신호로부터 투영 렌즈에 의해 형성되는 영상이 정확한지를 확인하여 각종 서보 장치에 대한 조정 신호 및 파장과 투영 렌즈에서의 가스 압력 및 온도 등에 대한 제어 신호를 모든 영향력 있는 파라미터들이 합체된 모델을 통해 발생시켜, 투영 영상의 위치 및 질이 최적화 될수 있도록 할 수 있다.

공지된 영상 검출 장치와 비교하여, 본 발명의 영상 검출 장치는 다음과 같은 장점을 제공한다.

영상 필드의 3 개의 서로다른 포인트에서 그리고 동시에 X 및 Y 방향에서 측정을 행함으로써, 측정 시간이 1/6로 줄어들고, 그리고 X 및 Y 의 위치와 여러번 측정되는 비점수차등과 같은 파라미터의 정확성이 평균화를 통해 향상되며, 영상 회전, 확대율 및 제 3 차 왜곡등과 같은 파라미터의 측정(이 측정은 영상 필드의 다수의 포인트에서 수행됨)이 기판 테이블 위치 검출 장치, 파장 측정 장치 및 포커스 오차 검출 장치의 부정확성에 의해서도 영향을 받지 않게 된다.

기준 플레이트의 각각의 격자 마크가 관련 검출기상에 정확히 영상화 되기 때문에, 정확한 방향으로 회절되는 모든 방사가 수신되는데 반해, 이러한 격자의 주변으로부터의 방사는 수신되지 않으므로 신호대 잡음비가 확산 산란 방사가 이용되는 검출 장치에서보다 더 양호하게 되며, 더우기 각각의 검출기가 관련 격자로부터의 방사만을 수신하므로 복수의 격자상에서 동시적인 측정을 행하는 것이 가능해진다.

각각의 격자 마크 및 각각의 방향 X 와 Y 에 대해 두개의 검출기가 제공되므로, 일관된 검출이 수행되며, 측정시 투영 빔의 세기 변화의 영향이 무시될 수 있다.

본 발명에 따른 영상 검출 장치의 또다른 중요한 장점으로써, 측정 및 보정을 보다 신속하고도 정확하게 행할 수 있다. 파장이 예컨대 248nm 인 극자외선 범위에 있는 투영 빔을 갖는 투영 장치에서, X 및 Y 방향에서 5nm 정도의 불안정성과 Z 방향에서 50nm 정도의 불안정성을 측정하는 것이 가능해야만 한다. 영향력 있는 파라미터들이 자체적으로 계산 및 기준 값들과 비교되는 투영 장치에서, 온도, 파장, 마스크의 Z 위치 및 공기 압력은 각각  $0.015^\circ K, 0.5pm, 0.15\mu m$  및 0.5mbar 로 각각 정확하게 측정되어야만 한다. 만일 이들 측정의 정확도를 모두 성취하는 것이 가능하게 하려면, 매우 세련된 기술이 사용되어야만

한다. 더우기, 이 측정값들은 투영 렌즈 시스템의 수차(aberration)로 변환되어야만 하는바, 그럼으로써 이 시스템에서 어떠한 비동질성이 발생되지 않도록 하는 것이 필요로 된다. 따라서, 투영 장치에서 기계적인 드리프트가 계산되지 않는다.

제13도는 서보장치와, 투영 장치에 이용되는 이 서보 장치들의 결합을 선도로 보인 것이다. 박스로 표시된 서로다른 장치들간의 단일 연결 라인 들은 공지된 투영 장치에도 나타나있다. 이들 박스들은 다음과 같다.

- LA, 예컨대 레이저로 된 방사원,
- LWC, 레이저 파장 제어 장치,
- ILS, 조명 시스템,
- MA, 마스크 테이블,
- MAZ, 마스크 테이블의 Z 위치 체크 장치,
- PL, 투영 렌즈,
- PLTC, 투영 렌즈의 온도를 제어하는 장치,
- ALI, 정렬 방사로 형성되는 영상,
- IF, 기판 테이블 위치 검출 장치,
- FD, 포커스 검출 장치
- AS<sub>1</sub>(AS<sub>2</sub>), 단일(또는 2중) 정렬 장치

투영 장치내에 배열되며, 파단선으로 표시된 추가의 버브 시스템들은 다음과 같다. 즉,

- ELI, 투영 방사로 형성되는 영상,
- IS, 영상 검출 장치,
- IC, 영상 조정 장치, 또는 컴퓨터

이중 연결 라인들은 영상 검출 장치를 이용할 때 처리되는 추가의 신호들을 표시한다. 이 신호들은

- 영상 검출기에 인가되는 기판 테이블 위치 검출 장치 IF, 파장 감지 장치 LWC 및 포커스 오차 검출 장치의 신호,
- 투영 방사로 형성되는 영상의 영상 정보,
- 레이저 파장 제어 장치 LWC, 마스크 높이 체크 장치 MAZ, 투영 렌즈 온도 제어 장치 PLTC, 포커스 오차 검출 장치 및 정렬 장치 AS<sub>1</sub>(AS<sub>2</sub>)에 인가되는 영상 조정 신호들이다.

투영 장치는 하나 또는 그 이상의 다음의 장치, 즉 투영 렌즈 시스템의 압력을 제어하는 장치(PLPC), 투영 렌즈 시스템에 있는 복합 매체를 제어하는 장치(PLGM) 및 렌즈 부재들간의 상호 거리를 제어하는 장치(PLDC)를 구비하는바, 상기 장치 PLPC, PLGM 및 PLDC 는 장치 PLTC 의 경우와 마찬가지로 장치 IC 로 부터 제어된다.

**(57) 청구의 범위**

**청구항 1**

투영 렌즈 시스템 및 투영 빔을 이용하여, 기판 테이블에 제공되는 기판상에 마스크 테이블에 제공되는 마스크 패턴을 투영하는 방법에 있어서, - 마스크 기준 마크를 갖는 마스크를 상기 마스크 테이블에 제공하는 단계와, - 기준 플레이트 마크를 갖는 기준 플레이트를 상기 투영 빔에 제공하는 단계와, - 상기 투영 빔과 상기 투영 렌즈 시스템을 이용하여, 상기 마스크의 적어도 하나의 마크의 영상을 상기 기준 플레이트의 대응 마크상에 투영하는 단계와, - 방사-감광 영상 검출기를 이용하여 조명되는 기준 플레이트 마크로부터의 투영 방사를 검출하는 단계와, - 상기 검출기의 신호를 전자적으로 정렬 조정 신호 및 확대율 오차 신호로 처리하는 단계와, - 상기의 각 신호를 이용하여 정렬 장치를 조정함과 아울러 투영 렌즈 시스템의 확대율을 설정하는 단계와, - 상기 투영 빔으로부터 상기 기준 플레이트를 제거 하고 제조 기판을 상기 투영 빔에 제공하는 단계와, - 상기 제조 기판상의 서로 다른 위치에 제조 마스크를 연속적으로 반복하여 투영하는 단계를 포함하는 기판상에 마스크 패턴을 투영하는 방법에 있어서, 상기 영상 검출 장치의 신호와 더불어, 기판 테이블 위치 검출 장치의 신호 및 광학 포커스 오차 검출 신호가 동시에 전자적으로 처리되고, 복수의 영상 검출기는 각각의 기준 플레이트 마크용으로 사용되고, 상기 검출기들은 단지 관련 기준 플레이트 마크로부터의 방사만을 수신하며, 상기 영상 검출 장치의 신호, 상기 기판 테이블 위치 검출 장치의 신호 및 상기 광학 포커스 오차 검출 장치의 신호가 또한 상기 포커스 오차 검출용 조정 신호로 처리됨과 아울러 영상의 질에 영향을 주는 적어도 하나의 파라미터를 조정하는 적어도 하나의 제어 신호로 처리되는 것을 특징으로 하는 기판상에 마스크 패턴을 투영하는 방법.

**청구항 2**

제1항에 있어서, 적어도 3 개의 2 차원 격자 마크, 대응하는 수의 아날로그 마스크 마크 및 기준 플레이트 마크당 4 개의 영상 검출기를 사용하는 것을 특징으로 하는 기판상에 마스크 패턴을 투영하는 방법.

**청구항 3**

제1항 또는 제2항에 있어서, 격자 마크가 내부에 집적된, 분리되고 매우 안정한 기판 플레이트가 사용되고, 제1투영 장치의 측정 및 설정후, 제2 및 후속 투영 장치들을 측정 및 설정하기 위해 상기 기준 플레이트가 사용되는 것을 특징으로 하는 기판상에 마스크 패턴을 투영하는 방법.

**청구항 4**

제1항에 있어서, 투영 범용으로 펄스 방사원이 사용되며, 측정시에 일련의 동기 펄스가 이용되고, 상기 펄스 각각이 동시에 상기 방사 원을 점등시킴과 아울러 상기 기판 테이블 위치 검출 장치의 신호, 상기 영상 검출 장치의 신호 및 상기 포커스 오차 검출 장치의 신호를 샘플링하는 것을 특징으로 하는 기판상에 마스크 패턴을 투영하는 방법.

**청구항 5**

제4항에 있어서, 상기 투영 빔의 파장이 또한 각 펄스에 대해 측정되고, 다른 측정 신호와 함께 처리되는 것을 특징으로 하는 기판상에 마스크 패턴을 투영하는 방법.

**청구항 6**

제1항 또는 제2항에 있어서, 제조 기판의 크기를 가지며, 적어도 3 개의 격자 마크로 이루어진 복수의 군을 갖는 기준 기판이 사용되고, 상기 각 군이 상기 투영 렌즈 시스템의 영상 필드 크기를 갖는 영역내에 위치되는 것을 특징으로 하는 기판상에 마스크 패턴을 투영하는 방법.

**청구항 7**

플레이트 기판내에 2 차원 격자형태의 적어도 하나의 기준 마크가 집적되는 것을 특징으로 하는 제1항에 청구된 바와 같은 방법으로 사용되는 기준 플레이트.

**청구항 8**

제7항에 있어서, 상기 플레이트 기판은 매우 안정된 재료로 되어 있고 2 차원 격자 형태의 적어도 3개의 기준 마크가 상기 플레이트 기판내에 집적된 것을 특징으로 하는 기준 플레이트.

**청구항 9**

제8항에 있어서, 크기가 상기 제조 기판의 크기에 대응하고, 2 차원 마크로 구성된 복수의 군으로 이루어져 있으며, 상기 복수의 군 각각이 제조 마스크 패턴의 한 영상을 수신하는 상기 제조 기판상의 한 영역에 대응하는 상기 기준 플레이트의 분리된 영역내에 존재하는 것을 특징으로 하는 기준 플레이트.

**청구항 10**

투영 빔을 공급하는 조명 시스템, 마스크 테이블, 투영 렌즈 시스템 및 기판 테이블을 차례로 구비하고, 제조 투영 공정시 서로에 대해 마스크 및 기판을 정렬시킴과 아울러 마스크 패턴이 기판상에 영상화 되는 확대율을 설정하는 정렬 장치 및 확대율 설정 장치와, 제조 투영 공정에 앞서 상기 투영 렌즈 시스템 및 상기 투영 빔으로 형성되는 마스크 영상을 체크하기 위한 영상 검출 장치를 더 구비하며, 상기 영상 검출 장치가 마스크의 대응 마크 영상이 형성되는 적어도 하나의 마크를 갖는 기준 플레이트와 적어도 하나의 기준 플레이트 마크로부터 나오는 투영 방사를 전기 신호로 변환하는 방사 감광 검출 시스템을 구비하는 기판상에 마스크 패턴을 투영하는 장치에 있어서, 상기 기준 플레이트 마크가 Z 축이 투영 렌즈 시스템의 광학축에 평행을 이루는 좌표 체계의 X 및 Y 방향으로 확장된 격자 스트립을 갖는 2 차원 격자 마크로 형성되고, 각 격자 마크에 대해, 상기 해당 격자 마크에 의해 편향되는 방사를 수신하는 4 개의 방사 감광 검출기들이 사용되며, 상기 해당 격자 마크만을 상기 해당 검출기에 투영하기 위한 렌즈 시스템이 각각의 격자 마크와 각각의 관련 검출기 사이에 배열된 것을 특징으로 하는 기판상에 마스크 패턴을 투영하는 장치.

**청구항 11**

제10항에 있어서, 각 기준 플레이트 격자 마크는 격자 스트립이 제1방향을 갖는 2개의 격자 부분과, 격자 스트립이 상기 제1방향에 수직인 제2방향을 갖는 2개의 격자 부분을 포함하고, 상기 4개의 격자 부분은 상기 격자 중심 주위에 대칭으로 위치되는 것을 특징으로 하는 기판상에 마스크 패턴을 투영하는 장치.

**청구항 12**

제10항 또는 제11항에 있어서, 각 격자 마크의 주기가 상기 투영 렌즈 시스템의 분해력과 실질적으로 동일한 것을 특징으로 하는 기판상에 마스크 패턴을 투영하는 장치.

**청구항 13**

제10항 또는 제11항에 있어서, 각 격자 마크의 격자 파라미터들은 관련 격자 마크의 최대 방사량이 관련 검출기에 의해 포착되도록 관련 렌즈 시스템의 위치 및 개구수에 조절되는 것을 특징으로 하는 기판상에 마스크 패턴을 투영하는 장치.

**청구항 14**

제10항 또는 제11항에 있어서, 기준 플레이트 격자는 위상 격자인 것을 특징으로 하는 기판상에 마스크 패턴을 투영하는 장치.

**청구항 15**

제10항 또는 제11항에 있어서, 격자 파라미터는 상기 투영 빔의 두개의 서로 다른 파장에 대해 최적화되는 것을 특징으로 하는 기판상에 마스크 패턴을 투영하는 장치.

**청구항 16**

제15항에 있어서, 365nm 및 248nm 파장의 투영 빔이 사용되는 것이 적합하며, 격자 그루브 폭과 격자 주기간의 비가 실질적으로 1/4 이며, 격자 주기가 대략 0.84 $\mu$ m인 것을 특징으로 하는 기판상에 마스크 패턴을 투영하는 장치.

**청구항 17**

제10항 또는 제11항에 있어서, 상기 격자 마크가 반사성인 것을 특징으로 하는 기판상에 마스크 패턴을 투영하는 장치.

**청구항 18**

제17항에 있어서, 영상 검출 장치와 관련된 모든 검출기들과 상기 검출기들과 관련된 렌즈 시스템들은 상기 투영 렌즈 시스템에 연결된 환형 홀더에 고정된 것을 특징으로 하는 기판상에 마스크 패턴을 투영하는 장치.

**청구항 19**

제10항 또는 제11항에 있어서, 4 개의 검출기의 다른 세트는 투영 렌즈 시스템의 영상 필드에 있는 다른 영역들과 관계되며, 상기 영역의 중심은 상기 영상 필드의 중심으로부터 서로 다른 거리에 위치하는 것을 특징으로 하는 기판상에 영상 패턴을 투영하는 장치.

**청구항 20**

제10항 또는 제11항에 있어서, 투영 방사를 검출기에 대해 매우 민감한 방사로 변환하는 조명 플레이트가 각 검출기 앞에 놓이는 것을 특징으로 하는 기판상에 영상 패턴을 투영하는 장치.

**청구항 21**

제10항 또는 제11항에 있어서, 상기 기준 플레이트는 제조 기판 테이블을 통해 적어도 두개의 상호 수직 축을 따른 위치 및 상기 축을 중심으로 하는 회전을 검출하는 위치 검출 장치에 결합되고, 상기 장치, 영상 검출 장치, 정렬 검출 장치 및 포커스 오차 검출 장치의 출력 신호가 다음의 파라미터, 즉 - 투영 빔의 파장, - 투영 렌즈 홀더내에서의 압력, - 투영 렌즈 시스템의 렌즈 부재들간의 상호 거리, - 투영 렌즈 홀더의 하나 또는 그 이상의 구성 요소 내의 매체의 구성, - 투영 렌즈 홀더내에서의 온도, - 정렬 장치의 제로 세팅, - 포커스 장치의 제로 세팅, - 투영 렌즈 시스템의 확대율 중의 하나 또는 그 이상을 보정하기 위한 제어 신호를 공급하는 전자적인 신호 처리 장치의 입력들에 연결된 것을 특징으로 하는 기판상에 마스크 패턴을 투영하는 장치.

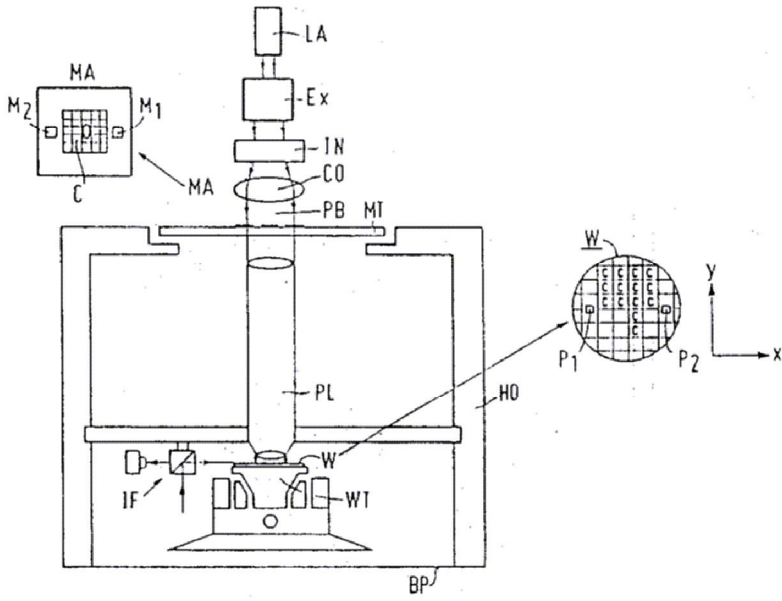
**청구항 22**

제21항에 있어서, 방사원은 단파 펄스 레이저로 형성되고, 투영 빔 파장 측정 장치를 포함하며, 상기 측정 장치의 출력이 상기 전자적인 신호 처리 장치의 입력에 연결된 것을 특징으로 하는 기판상에 마스크를 투영하는 장치.

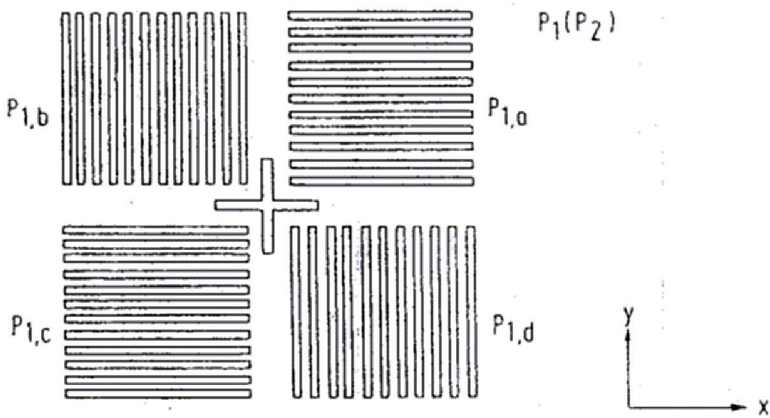
**도면**



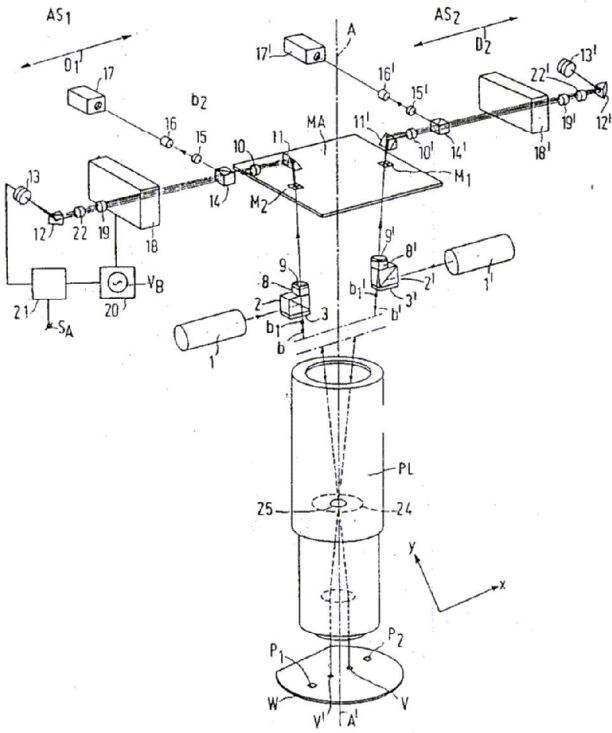
도면1



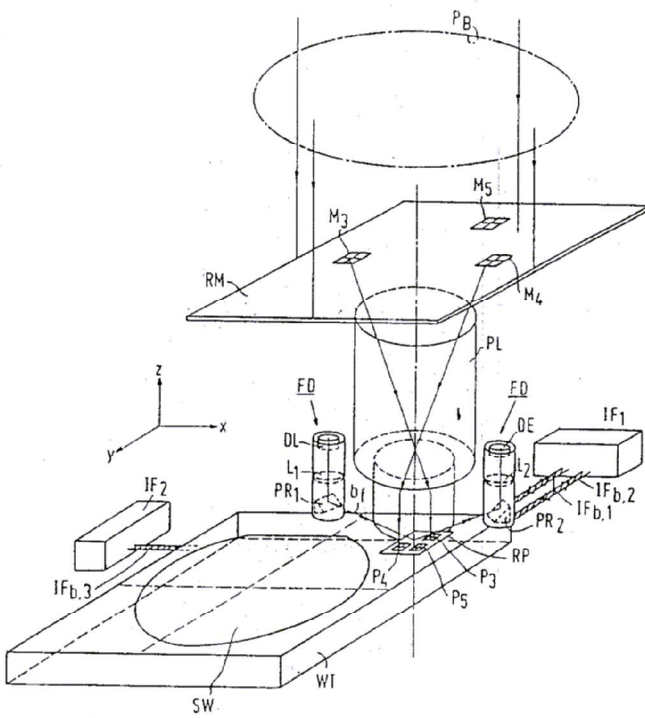
도면2



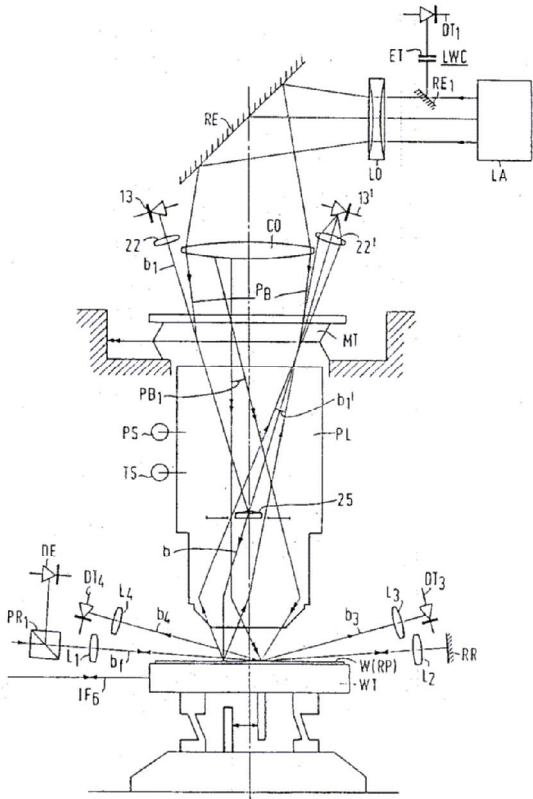
도면3



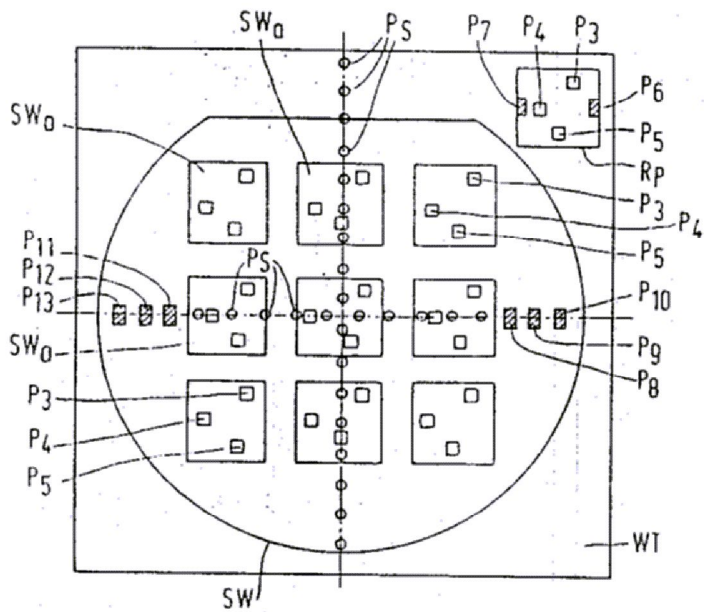
도면4



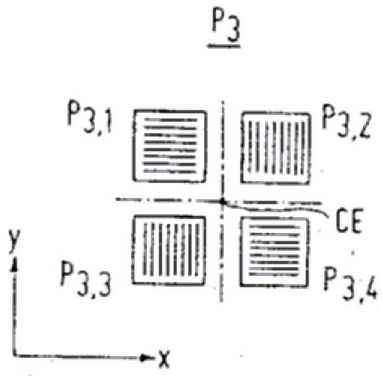
도면5



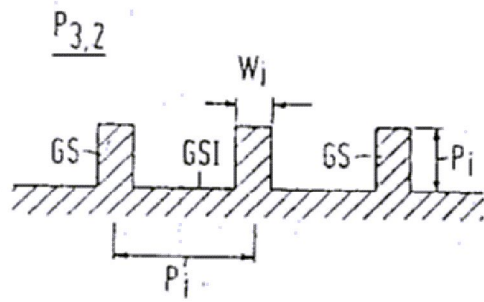
도면6



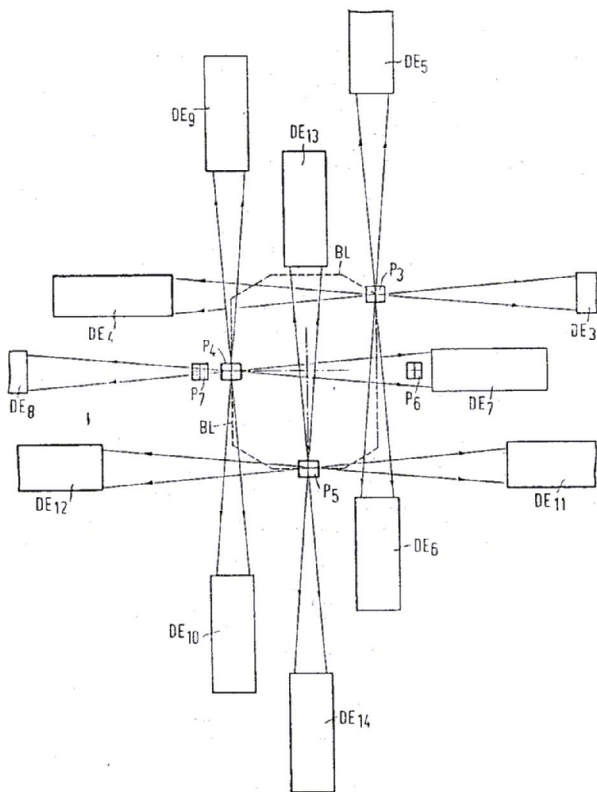
도면7a



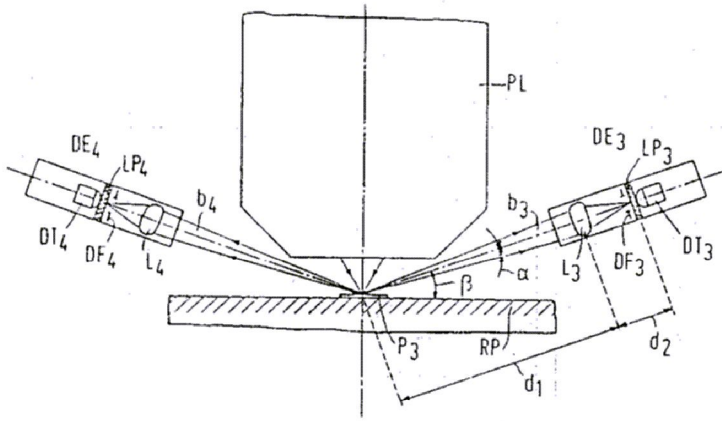
도면7b



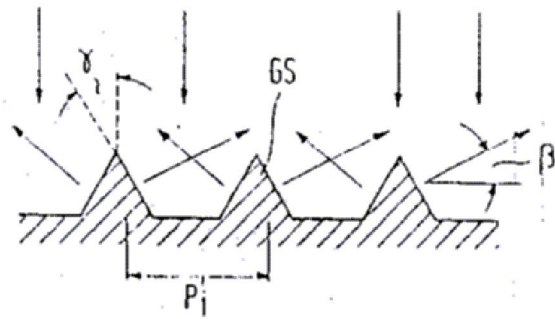
도면8



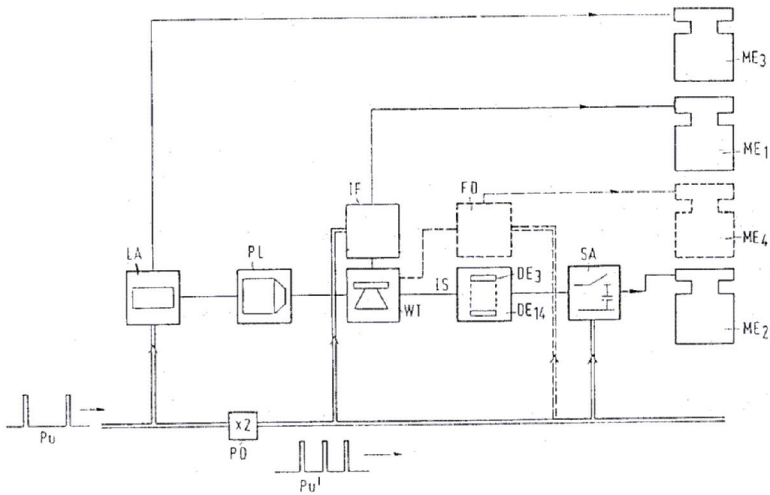
도면9



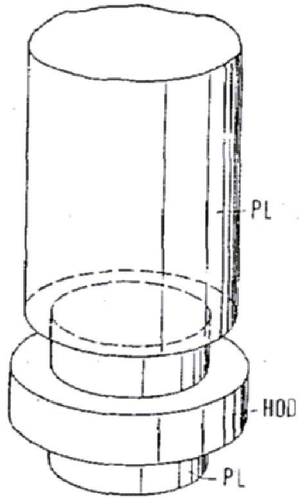
도면10



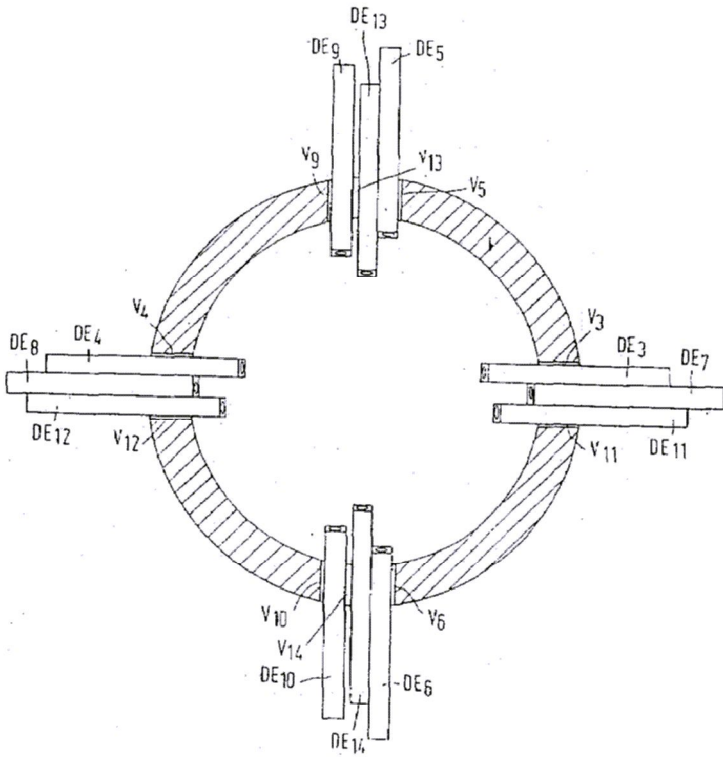
도면11



도면 12a



도면 12b



도면 13

