

(19)대한민국특허청(KR)  
(12) 등록특허공보(B1)

(51) 。 Int. Cl. <sup>8</sup> H01L 21/027 (2006.01)		(45) 공고일자 (11) 등록번호 (24) 등록일자	2006년01월23일 10-0544357 2006년01월11일
(21) 출원번호 (22) 출원일자	10-2003-0072586 2003년10월17일	(65) 공개번호 (43) 공개일자	10-2004-0034524 2004년04월28일
(30) 우선권주장	02079329.5	2002년10월18일	유럽특허청(EPO)(EP)
(73) 특허권자	에이에스엠엘 네델란즈 비.브이. 네덜란드, 엔엘-5504 디알 벨드호펜, 데 룬 6501		
(72) 발명자	쿠르트랄프 네덜란드엔엘-5655체게아인트호벤알레르즈마48  바커레비누스피에터 네덜란드엔엘-5708체트테헬몬트브뢰더발31  슈우르만스프랑크예윈피에터 네덜란드엔엘-5551익스에발켄스마르트케르소퍼베크5		
(74) 대리인	송재련 김양오		

심사관 : 설관식

(54) 2차 전자제거유닛을 포함하는 리소그래피투영장치

요약

본 발명은, 방사선의 펄스빔내에 놓여지는 물체가 부근에 전극을 갖고, 전압원이 상기 전극 또는 물체 중의 하나에 접속되는 리소그래피 투영장치에 관한 것이다. 이것은 전극에 대하여 물체에 음전압펄스를 제공하여 이루어진다. 전압원으로부터의 전압펄스 및 방사선 빔이 동상 또는 이상으로 제공된다. 이러한 방식으로, 물체는 EUV조명에 의하여 발생된 2차전자로부터 보호된다.

대표도

도 4

명세서

도면의 간단한 설명

도 1은 본 발명의 일 실시예에 따른 리소그래피투영장치를 개략적으로 도시하는 도면;

도 2는 본 발명에 따른 리소그래피투영장치의 EUV 조명시스템 및 투영광학기의 측면도;

도 3은 본 발명의 그레이징 입사 콜렉터 및 방사선소스의 상세도;

도 4는 본 발명의 제1실시예에 따른 구성을 도시하는 도면;

도 5는 본 발명의 제2실시예에 따른 구성을 도시하는 도면;

도 6은 본 발명에 따른 펄스전압에 대한 방사선소스의 가능한 펄스 시퀀스의 일례이다.

## 발명의 상세한 설명

### 발명의 목적

#### 발명이 속하는 기술 및 그 분야의 종래기술

본 발명은,

- 방사선소스에 의하여 방출된 방사선으로부터, 상기 방사선의 투영빔을 형성하는 방사선시스템;
- 상기 투영빔을 패터닝하도록 상기 투영빔에 의하여 조사될, 패터닝수단을 잡아주도록 구성된 지지구조체;
- 기관을 잡아주도록 구성된 기관테이블;
- 상기 기관의 타겟부상으로 패터닝수단의 조사된 부분을 묘화하도록 구성되고 배치된 투영시스템; 및
- 조사시에 형성된 2차전자가 차폐될 물체상에 입사하는 것을 방지하도록 전기장을 생성하는 차폐수단을 포함하는 리소그래피투영장치에 관한 것이며, 상기 차폐수단은,

삭제

- 상기 물체의 부근에 있는 전극, 및
- 상기 전극에 대하여 물체에 전압을 제공하는, 상기 물체, 상기 전극, 또는 상기 물체 및 전극에 연결된 전압원을 포함하는 것을 특징으로 한다.

EP 1 182 510호에는, 예를 들어 마스크와 같은 물체를 표유(stray) 입자들로부터 보호하기 위해 메시(mesh) 형상의 입자실드를 사용하는 리소그래피투영장치가 개시되어 있다. 입자실드는 대전된 입자들에 힘을 가하고, 메시로부터 입자들을 편향시킬 전자기장을 발생시킨다. 입자실드는 메시형상일 수 있으나, 다른 기하학적인 형상들도 가능하다.

여기서 사용되는 "패터닝수단(patterning means)"이라는 용어는 기관의 타겟부에 생성되어야 할 패턴에 대응하는, 패터닝된 단면을 입사하는 방사선빔에 부여하도록 사용될 수 있는 수단을 의미하는 것으로 폭넓게 해석되어야 하며, 본 명세서에서는 "광 밸브(light valve)"라는 용어로도 사용될 수 있다. 일반적으로, 상기 패턴은 집적회로 또는 기타 디바이스와 같이 타겟부에 생성될 디바이스내의 특정기능층에 해당할 것이다(이하 참조). 그러한 패터닝수단의 예로는 다음과 같은 것들이 포함된다.

- 마스크. 마스크의 개념은 리소그래피 분야에서 잘 알려져 있으며, 바이너리(binary)형, 교번 위상시프트(alternating phase-shift)형 및 감쇠 위상시프트형 마스크와 다양한 하이브리드 마스크형식도 포함된다. 방사선빔내에 이러한 마스크가 놓이면, 마스크상의 패턴에 따라 마스크에 입사되는 방사선의 선택적인 투과(투과마스크의 경우) 또는 반사(반사마스크의 경우)가 이루어진다. 마스크의 경우, 상기 지지구조체는 일반적으로 마스크테이블이 될 것이며, 이것은 입사되는 투영빔 내의 소정위치에 마스크가 잡혀 있을 수 있게 하며, 필요한 경우에는 마스크가 상기 빔에 대하여 이동될 수 있다.
- 프로그램가능한 거울배열. 이러한 장치의 예로는, 점탄성제어 층(viscoelastic control layer)과 반사면을 구비한 매트릭스-어드레스블 표면이 있다. 이러한 장치의 기본원리는, (예를 들어) 반사면의 어드레스된 영역(addressed area)에서

는 입사광을 회절광으로 반사하는 한편, 어드레스되지 않은 영역에서는 입사광을 비회절광으로 반사하는 것이다. 적절한 필터를 사용하면, 반사된 빔 중에서 상기 비회절광을 필터링하여 회절광만 남게 할 수 있다. 이러한 방식으로 빔은 매트릭스-어드레스블 표면의 어드레싱 패턴에 따라 패터닝된다. 프로그램가능한 거울배열의 대안적인 실시에는 적절히 국부화된 전기장을 가하거나 압전작동수단(piezoelectric actuation mean)을 채용하여 축을 중심으로 각각의 거울이 개별적으로 기울어질 수 있는 작은 거울들의 매트릭스 배치를 채용하는 것이다. 마찬가지로, 상기 거울은 매트릭스-어드레스블이며, 어드레스된 거울은 입사되는 방사선빔을 어드레스되지 않은 거울과는 다른 방향으로 반사한다. 이러한 방식으로, 상기 반사된 빔은 상기 매트릭스-어드레스블 거울의 어드레싱 패턴에 따라 패터닝된다. 이때 요구되는 매트릭스 어드레싱은 적절한 전자수단을 사용하여 수행될 수 있다. 상기에 서술된 두 가지 상황 모두에서, 패터닝수단은 1이상의 프로그래밍가능한 거울배열을 포함할 수 있다. 이러한 거울배열에 관한 더 많은 정보는, 예를 들어 미국특허 US 5,296,891호, US 5,523,193호 및 PCT 특허출원 WO 98/38597호, WO 98/33096호로부터 얻을 수 있으며, 본 명세서에서 인용참조되고 있다. 프로그래밍가능한 거울배열의 경우, 상기 지지구조체는 예를 들어, 필요에 따라 고정되거나 움직일 수 있는 프레임 또는 테이블로서 구현될 수 있다.

- 프로그래밍 가능한 LCD 배열. 이러한 구조의 일례는 본 명세서에서 참조자료로 채용되고 있는 미국특허 US 5,229,872 호에 개시되어 있다. 상기과 마찬가지로, 이 경우의 상기 지지구조체는 예를 들어, 필요에 따라 고정되거나 움직일 수 있는 프레임 또는 테이블로서 구현될 수 있다.

설명을 간단히 하기 위하여, 본 명세서의 나머지 부분 중 어느 곳에서는 그 자체가 마스크 및 마스크테이블을 포함하는 예시적인 용어로서 지칭될 수도 있다. 하지만, 그러한 예시에서 논의된 일반적인 원리는 상술한 바와 같은 패터닝수단의 광의의 개념으로 이해되어야 한다.

예를 들어, 리소그래피 투영장치는 집적회로(IC)의 제조에 사용될 수 있다. 이러한 경우, 상기 패터닝수단은 IC의 개별층에 해당하는 회로패턴을 생성할 수 있으며, 상기 패턴은 한 층의 방사선감응재(레지스트)로 코팅된 기판(실리콘웨이퍼)상의 타겟부(예를 들면, 1이상의 다이로 구성되는)에 묘화될 수 있다. 일반적으로 한장의 웨이퍼에는 인접하여 있는 여러 개의 타겟부로 구성된 전체적인 네트워크를 포함하며, 이들 타겟부는 투영시스템을 통하여 한번에 하나씩 연속적으로 조사된다. 현재 통용되는 장치에서, 마스크테이블상의 마스크에 의한 패터닝을 채택하는 데에는, 두 가지 서로 다른 형식의 기계로 구분될 수 있다. 한 가지 형태의 리소그래피 투영장치에서는 타겟부상에 전체 마스크패턴을 한번에 노광함으로써 각 타겟부가 조사되는데, 이러한 장치를 통상 웨이퍼 스테퍼(wafer stepper)라고 한다. 통상, 스텝-앤드-스캔 장치(step-and-scan apparatus)라고 불리워지는 대체장치에서는 투영빔하에서 소정의 기준방향("스캐닝" 방향)으로 마스크 패턴을 점진적으로 스캐닝하는 한편, 이 방향과 같은 방향 또는 반대방향으로 기판을 동기화시켜 스캐닝함으로써 각 타겟부가 조사된다. 일반적으로 투영시스템은 배율인자 M(일반적으로 <1)을 가지므로 기판테이블이 스캐닝되는 속도 V는 마스크테이블이 스캐닝되는 속도의 인자 M배가 된다. 여기에 서술된 리소그래피장치와 관련된 보다 많은 정보는 예를 들어, US 6,046,792호로부터 얻을 수 있으며 본 명세서에서도 참조자료로 채용된다.

리소그래피 투영장치를 사용하는 제조공정에서, (예를 들어, 마스크의) 패턴은 방사선감응재(레지스트)의 층이 최소한의 부분이라도 도포된 기판상에 묘화된다. 이 묘화단계에 앞서, 기판은 전처리(priming), 레지스트도포 및 소프트 베이크와 같은 여러가지 과정을 거칠 수 있다. 노광 후에는, 노광후 베이크(PEB), 현상, 하드 베이크 및 묘화된 피처의 측정/검사와 같은 또 다른 과정을 거치게 된다. 이러한 일련의 과정은, 예를 들어 IC 디바이스의 개별층을 패터닝하는 기초로서 사용된다. 그런 다음 이렇게 패터닝된 층은 에칭, 이온주입(도핑), 금속화, 산화, 화학-기계적 폴리싱 등과 같은, 모두가 개별층을 마무리도록 하는 여러 공정을 거친다. 여러 개의 층이 요구된다면, 새로운 층마다 전체공정 또는 그것의 변형된 공정이 반복되어야만 할 것이다. 그 결과로, 기판(웨이퍼)상에는 디바이스의 배열이 존재하게 될 것이다. 이들 디바이스는 다이싱 또는 소잉 등의 기술에 의하여 서로 분리되고, 이들 각각의 디바이스는 캐리어에 장착되고 핀 등에 접속될 수 있다. 이와 같은 공정에 관한 추가 정보는, 예를 들어, 본 명세서에서 참조자료로 채용되고 있는 "Microchip Fabrication: A Practical Guide to Semiconductor Processing" (3판, Peter van Zant 저, McGraw Hill출판사, 1997년, ISBN 0-07-067250-4) 으로부터 얻을 수 있다.

설명을 간단히 하기 위하여, 상기 투영시스템은 이후에 "렌즈"라고 언급될 것이다. 하지만 이 용어는 예를 들어, 굴절광학, 반사광학 및 카타디옵트릭(catadioptric) 시스템을 포함한 다양한 형태의 투영시스템을 내포하는 것으로서 폭넓게 해석되어야 한다. 또한 상기 방사선시스템은 방사선 투영빔의 지향, 성형 또는 제어하기 위한 임의의 설계방식에 따라 동작하는 구성요소를 포함할 수 있고, 이후의 설명에서는 이러한 구성요소들을 집합적으로 또는 개별적으로 "렌즈"라고 언급할 것이다. 더 나아가, 상기 리소그래피장치는 2이상의 기판테이블(및/또는 2 이상의 마스크테이블)을 구비하는 형태가 될 수도 있다. 이러한 "다수 스테이지" 장치에서는 추가 테이블이 병행으로 사용될 수 있으며, 1이상의 테이블이 노광에서 사용되고 있는 동안 1이상의 다른 테이블에서는 준비작업 단계가 수행될 수 있다. 예를 들어 US 5,969,441호 및 WO 98/40791 호에는 듀얼스테이지 리소그래피장치가 개시되어 있으며, 본 명세서에서도 인용 참조되고 있다.

리소그래피장치에서, 기관상에 묘화될 수 있는 피처의 크기는 투영방사선의 파장에 의하여 제한된다. 디바이스의 보다 높은 밀도와, 보다 빠른 동작속도를 갖는 집적회로를 생산하기 위해서는, 보다 작은 피처를 묘화할 수 있는 것이 바람직하다. 현재의 리소그래피투영장치의 대부분은 수은램프 또는 엑시머레이저에 의하여 발생하는 자외선광을 채용하는 한편, 5 내지 20nm 범위내의, 특히 대략 13nm의 보다 짧은 파장 방사선을 사용하도록 제안되어 왔다. 이러한 방사선을 극자외선(EUV) 또는 소프트 x-레이라 하며, 가능한 방사선소스는 예를 들어, 레이저생성 플라즈마원, 방전플라즈마원 또는 전자저장링으로부터의 싱크로트론 방사선을 포함한다. 방전플라즈마원을 사용하는 장치는 "Development of an EUV(13.5nm) Light Source Employing a Dense Plasma Focus in Lithium Vapor(W.Partlo, I.Fomenkov, R.Oliver, D.Birx 저, Proc. SPIE 3997, 136 - 156 페이지(2000년))"; "Power Scaling of a Z-pinch Extreme Ultraviolet Source(M.W.McGeoch 저, Proc. SPIE 3997, 861 - 866 페이지(2000년))"; "High-Power Plasma Discharge Source at 13.5 and 11.4nm for EUV lithography(W.T.Silfvast, M.Klosner, G.Shimkaveg, H.Bender, G.Kubiak, N.Fornaciari 저, Proc. SPIE 3676, 272 - 275 페이지(1999년))"; 및 "Highly Repetitive, Extreme Ultraviolet Radiation Source Based on a Gas-Discharge Plasma(K.Bergmann 등, Applied Optics, Vol.38, 5413 - 5417(1999년))"에 개시되어 있다.

EUV 방사선소스는 상기에 언급된 방전플라즈마 방사선소스와 같은 EUV 방사선을 방출하기 위해서 가스 또는 증기의 다소 높은 분압의 사용을 요구할 수 있다. 방전플라즈마원에서는, 예를 들어 전극사이에 방전이 생성되고, 그 결과로 EUV 범위에서 방사선을 방출하는 매우 고온의 플라즈마를 산출하기 위해서, 부분적으로 이온화된 플라즈마가 계속해서 충돌하도록 된다. Xe 플라즈마는 대략 13.5nm의 극자외선(EUV)내에서 방사되기 때문에, 매우 고온의 플라즈마는 Xe에서 매우 흔하게 생성된다. 효율적인 EUV 생산을 위해서, 방사선소스에 대하여 전극 근처에서 0.1mbar의 통상적인 압력이 요구된다. 이러한 다소 높은 Xe 압력을 가지는 것은 Xe 가스가 EUV 방사선을 흡수하는 단점을 가진다. 예를 들어, 0.1mbar Xe는 1m에 걸쳐 파장이 13.5nm인 EUV 방사선을 0.3%만 투과시킨다. 그러므로, 보다 높은 Xe 압력을 방사선소스 주변의 제한된 영역으로 국한할 필요가 있다. 이것을 달성하기 위해서, 상기 방사선소스는 콜렉터 미러 및 조명광학기가 획득될 수 있는 후속 진공챔버로부터 챔버벽에 의하여 분리되는 그 자체 진공챔버내에 포함될 수 있다.

진공벽은, 채널어레이 또는 소위 "포일트랩(foil trap)"에 의하여 제공된 상기 벽내의 다수의 어퍼처로 EUV 방사선에 대하여 투명하게 만들어질 수 있다. 이러한 채널 어레이 또는 "포일트랩"은 EP-A-1 223 468호 및 EP-A-1 057 079호에 제안되었다. 이 포일트랩은 흐름저항을 형성하도록 서로에 근접하여 위치된 복수의 박막(lamella)을 포함하는 다수의 포커스된 채널형 구조체로 구성되어 있어, 방사선이 그것을 방해하지 않고도 통과할 수 있게 한다. 이들 명세서는 본 명세서에서 인용참조되고 있다.

예를 들어, 리소그래피투영장치내의 광학구성요소(예를 들어, EUV 리소그래피 투영장치에서의 그레이징 입사(grazing incidence) 및 다층 거울)의 탄소에 의한 분자오염은 중대한 문제이다. EUV 리소그래피 투영장치내의 반사요소의 오염은 EUV 조명에 의하여 발생된 탄화수소 및 2차 전자의 존재로 인한 것이다.

또 다른 문제는 광학구성요소상에 모이는 오염물의 양과 방사선소스로부터의 방사선의 도즈를 어떻게 모니터링하느냐는 것이다. 분자오염은 광학구성요소로부터 2차전자를 반발시킴으로써 감소될 수 있다. 더욱이, 광학구성요소상에 모이는 오염물의 양과 방사선소스로부터의 방사선의 도즈는 광학구성요소로부터 전자속(electron flux)을 측정함으로써 모니터링될 수 있다. 분자오염의 감소와 전자속측정치의 감소 둘 모두는 광학구성요소로부터 전자들을 반발시키기 위해 전기장을 사용한다. 이 전기장은 또한 광학구성요소를 향하여 양이온을 가속시킬 것이다. 그리하여, 이온충격은 반사면의 스퍼터링까지 유도한다.

### 발명이 이루고자 하는 기술적 과제

그러므로, 본 발명의 목적은 EUV 리소그래피 투영장치내의 광학구성요소상의 EUV 방사선의 조명으로 인한 오염물의 양을 감소시키는 것이다.

### 발명의 구성 및 작용

본 발명의 또 다른 목적은 2차 전자에 대하여 반사요소가 차폐되고, 그와 동시에 양으로 대전된 입자들의 인력이 방지되는 EUV 리소그래피 투영장치를 제공하는 것이다.

본 발명의 또 다른 목적은 도즈 및 오염을 측정하는 기술을 제공하는 것이다.

본 발명의 또 다른 목적은 양이온으로 인한 광학구성요소상의 스퍼터링 양을 감소시키는 것이다.

이들 목적과 또 다른 목적들은 서두문에 서술된 바 있는 본 발명에 따른 리소그래피투영장치에서 달성되며, 방사선소스는 하이 상태와 로우 상태간의 펄스방식으로 작동되기에 적합하고, 리소그래피투영장치는 방사선소스와 동기화하여 물체, 전극, 또는 물체 및 전극에, 전극에 대하여 물체에 반복적인 음전위를 공급하는 시간변동전압(time varying voltage)을 제공하기 위한 동기화수단을 더욱 포함하는 것을 특징으로 한다.

따라서, 2차 전자는 물체의 표면으로부터 음(상태) 전위펄스에 의하여 방사선빔내에서 반발되거나, 전극의 양(상태) 전위에 의하여 빼내어 진다. 게다가, 수집된 2차 전자의 양은 방사선의 도즈 및 오염물의 양에 대한 척도이다. 이 척도는 전극에 연결된 전류측정수단을 사용하여 용이하게 판정될 수 있다. 전류는 또한 물체에서 측정될 수 있다.

본 발명에 따른 리소그래피 투영장치의 일 실시예에서, 리소그래피 투영장치는, 물체로부터 떨어져 조사하는 도중에 형성된 실질적으로 모든 2차 전자를 운반하기에 충분한 시간주기동안에, 상기 시간변동전압이 반복적인 음전위를 전극에 대한 물체로 공급하는 것을 특징으로 한다. 이 방식으로, 2차 전자는 발생시에 신속하게 또한 완전히 제거되며, 이는 물체의 조사된 표면 위에 존재하는 전자들이 물체 표면의 분자오염을 증가시키기 때문에 중요하다. 물체상의 EUV 펄스의 종료 후, (자유) 2차 전자가 물체로부터 전극으로 이동할 수 있도록 음전위펄스가 충분히 길게 제공되는 경우, 이러한 전자구름이 존재하지 않는다는 것이 확인된다.

본 발명에 따른 리소그래피 투영장치의 또 다른 실시예에서, 리소그래피 투영장치는  $0.01\mu\text{s}$ 와  $10\mu\text{s}$ , 보다 바람직하게는  $0.1\mu\text{s}$  사이의 시간동안 음전위펄스가 제공되는 것을 특징으로 한다. 이 시간 간격은 비교적 가벼운 2차 전자를 적절히 반발시키기에 충분히 길다. 하지만, 차폐될 물체를 향하여 양전하를 가지는 보다 무거운 입자들의 가속 및 인력을 유발하지 않을 정도로 충분히 짧다.

그러므로, 본 발명의 또 다른 실시예에서, 리소그래피 투영장치는 음전위펄스가 0V와 -1000V, 보다 바람직하게는 -100V 사이에 있는 것을 특징으로 한다. 이 전압에 의하여, 2차전자는 물체의 표면에서 한번만 교차하도록 방사선빔내의 물체로부터 빼내어지거나 그로부터 반발되므로, 그로 인한 오염물의 양을 줄일 수 있다.

본 발명의 또 다른 실시예에서, 상기 전압원은 물체에 연결되는 것을 특징으로 한다. 물체에 음전압을 직접 연결하면, 2차 전자가 재포획의 기회없이 물체로부터 떨어져 신속히 제거되도록 한다. 양전극은 물체로부터 보다 먼 거리에 놓일 수 있거나 진공챔버의 벽에 의하여 형성될 수 있다.

본 발명의 또 다른 실시예에서, 전압원은 물체의 부근에 있는 전극에 연결되는 것을 특징으로 한다. 전극에 양전압을 인가하면, 2차 전자와 같은 음으로 대전된 입자는 물체로부터 떨어져 당겨질 것이다.

본 발명의 또 다른 실시예에서는, 방사선소스의 하이 상태를 가진 동상으로 음전위가 인가되는 것을 특징으로 한다. 전자가 형성되는 순간에 비교적 짧은 전압펄스에 의하여 방사선이 닿는 표면으로부터 EUV 펄스 동안 생성되는 2차 전자가 반발되는 것이 장점이다. 그러므로, 그들이 물체의 표면으로 복귀하고 수초만에 경계면을 교차할 가능성이 적어지므로, 오염의 기회도 감소된다.

본 발명의 또 다른 실시예에서는, 음전위의 인가와 방사선소스의 하이 상태 사이의 위상차가 임의적인 것을 특징으로 한다. 이는 방사선소스를 구동하고, 동시에 펄스 전압을 정확히 제공하는 것이 그다지 중요하지 않다는 것을 의미한다. 또한, 방사선펄스와 전압펄스간의 임의의 위상차는 수용가능하다.

본 발명의 또 다른 실시예에서, 반복적인 음전위는 관련된 양전위에 의하여 계속되는 것을 특징으로 한다. 이로 인해, 양으로 대전된 이온이 특히 저압환경에서 모멘텀을 얻어 차폐될 물체의 표면을 향하여 이동하는 문제가 해결된다. 그 이유는 비교적 무거운 이온이, 이 경우에 거의 0에 근사한 시간평균장(time averaged field)을 경험하기 때문이다. 그와 반대로, 비교적 가벼운 2차 전자는 순간적으로 존재하는 장에 순응(conform)하기 때문에, 음전압펄스에 의하여 제거될 것이다.

본 명세서에서는 IC의 제조에 있어서의 본 발명에 따른 장치의 사용례에 대하여 언급하였으나, 이러한 장치가 다른 여러 가능한 응용례를 가지고 있음이 명백히 이해되어야 할 것이다. 예를 들어, 상기 장치는 집적 광학시스템, 자기영역메모리 용 유도 및 검출패턴, 액정표시패널, 박막자기헤드 등의 제조에도 이용될 수 있다. 당업자라면, 이러한 대안적인 적용례와 관련하여, 본 명세서에서 사용된 "레티클", "웨이퍼" 또는, "다이"와 같은 용어가 각각 "마스크", "기판" 및 "타겟부" 등과 같은 좀 더 일반적인 용어로 대체되고 있음을 이해할 수 있다.

본 명세서에서, "방사선" 및 "빔"이란 용어는 (예를 들어, 파장이 365, 248, 193, 157 또는 126nm 인) 자외선(UV) 방사선 및 극자외선(EUV) 방사선(예를 들어, 파장이 5 내지 20nm 범위인)를 포함한 모든 형태의 전자기방사선 뿐만 아니라 이온 빔이나 전자빔과 같은 입자빔까지도 포괄하여 사용된다.

대응하는 부호는 대응하는 부분을 나타내는 첨부된 개략적인 도면을 참조로 단지 예시의 방식으로 본 발명의 실시예를 서술한다.

도 1은 본 발명의 특정 실시예에 따른 리소그래피투영장치를 개략적으로 도시한다. 상기 장치는,

- 파장이 11 내지 14nm인 방사선(예를 들어, EUV방사선)의 투영빔(PB)을 공급하는 방사선시스템(IL)(특별히 이 경우에 방사선시스템이 방사선소스(LA)도 포함한다);
- 마스크(MA)(예를 들어, 레티클)를 잡아주는 마스크 홀더가 마련된, 아이템(PL)에 대하여 마스크를 정확히 위치시키는 제1위치설정수단(PM)에 연결된 제1대물테이블(마스크테이블)(MT);
- 기판(W)(예를 들어, 레지스트 코팅된 실리콘 웨이퍼)을 잡아주는 기판 홀더가 마련된, 아이템(PL)에 대하여 기판을 정확히 위치시키는 제2위치설정수단(PW)에 연결된 제2대물테이블(기판테이블)(WT); 및
- 기판(W)의 타겟부(C)(1이상의 다이를 포함)에 마스크(MA)의 조사된 부분을 묘화하는 투영시스템("렌즈")(PL)을 포함하여 이루어진다.

도시된 바와 같이, 상기 장치는 (반사마스크를 구비한) 반사형이다. 하지만, 일반적으로는, 예를 들어 (투과마스크를 구비한) 투과형일 수도 있다. 대안적으로, 상기 장치는 위에서 언급한 바와 같은 형태의 프로그램 가능한 프로그램가능한 거울 배열과 같은 그 밖의 다른 종류의 패턴닝수단을 채용할 수도 있다.

방사선소스(LA)(예를 들어, 방전 플라즈마 EUV 방사선소스)은 방사선의 빔을 생성한다. 상기 빔은 곧바로 조명시스템(일루미네이터)(IL)에 들어 가거나, 예를 들어 빔 익스펜더(Ex)와 같은 컨디셔닝수단을 거친 다음에 조명시스템으로 들어간다. 상기 일루미네이터(IL)는 빔내의 세기분포의 외측반경 및/또는 내측반경(통상 각각 외측- $\sigma$  및 내측- $\sigma$ 라 함)를 조정하는 수단(AM)을 포함하여 이루어진다. 또한 그것은 일반적으로 인티그레이터(IN) 및 콘덴서(CO)와 같은 그 밖의 다른 다양한 구성요소들을 포함한다. 이러한 방식으로, 마스크(MA)에 입사하는 빔(PB)은 그 단면에 소정의 균일성과 세기분포를 갖게 된다.

도 1과 관련하여, 상기 방사선소스(LA)는 리소그래피 투영장치의 하우징내에 놓이지만(예를 들어, 방사선소스(LA)이 흔히 수은램프인 경우에서처럼), 그것이 리소그래피 투영장치로부터 멀리 떨어져 있어서 그것이 만들어 낸 방사선빔이 (가령, 적절한 지향거울에 의해) 장치내부로 들어오게 할 수도 있다. 후자의 시나리오는 방사선소스(LA)가 엑시머레이저인 때에 흔한 경우이다. 본 발명과 청구범위는 이들 두 시나리오 모두를 포괄하고 있다.

이후, 상기 빔(PB)은 마스크테이블(MT)상에 잡혀있는 마스크(MA)를 통과한다. 마스크(MA)를 지난 빔(PB)은 렌즈(PL)를 통과하여 기판(W)의 타겟부(C)위에 빔(PB)의 초점을 맞춘다. 제2위치설정수단(PW)(및 간접계측정수단(IF))에 의하여, 기판테이블(WT)은, 예를 들어 빔(PB)의 경로내에 상이한 타겟부(C)를 위치시키도록 정확하게 이동될 수 있다. 이와 유사하게, 제1위치설정수단은 예를 들어, 마스크 라이브러리로부터 마스크(MA)를 기계적으로 회수한 후에, 또는 스캔하는 동안, 빔(PB)의 경로에 대하여 마스크(MA)를 정확히 위치시키도록 사용될 수 있다. 일반적으로 대물테이블(MT, WT)의 이동은, 도 1에 명확히 도시되지는 않았지만, 긴 행정모듈(long stroke module)(개략위치설정) 및 짧은 행정모듈(미세 위치설정)의 도움을 받아 실현될 것이다. 하지만, (스텝-앤드-스캔장치와는 대조적으로) 웨이퍼스테퍼의 경우에는 마스크테이블(MT)이 단지 짧은 행정모듈에만 연결될 수도 있고 고정될 수도 있다. 마스크(MA) 및 기판(W)은 마스크정렬마크(M1, M2) 및 기판정렬마크(P1, P2)를 이용하여 정렬될 수 있다.

상술한 장치는 다음의 두가지 상이한 모드로 사용될 수 있다.

1. 스텝모드에서는, 마스크테이블(MT)은 기본적으로 정지상태로 유지되며, 전체 마스크이미지는 한번에(즉, 단일 "섬광"으로) 타겟부(C)에 투영된다. 이후 기판테이블(WT)이 x 및/또는 y 방향으로 시프트되어 다른 타겟부(C)가 빔(PB)에 의하여 조사될 수 있다.

2. 스캔모드에서는, 소정타겟부(C)가 단일 "섬광"으로 노광되지 않는 것을 제외하고는 기본적으로 동일한 시나리오가 적용된다. 그 대신에, 마스크테이블(MT)이  $v$ 의 속도로 소정 방향(소위 "스캔방향", 예를 들어  $y$  방향)으로 이동가능해서, 투영빔(PB)이 마스크 이미지의 모든 부분을 스캐닝하도록 되고, 이와 함께 기판테이블(WT)은 속도  $V=Mv$ 로, 동일한 방향 또는 그 반대방향으로 동시에 이동하는 데, 이 때  $M$ 은 렌즈(PL)의 배율(통상  $M=1/4$  또는  $1/5$ )이다. 이러한 방식으로, 해상도를 떨어뜨리지 않고도 비교적 넓은 타겟부(C)가 노광될 수 있다.

도 2는 콜렉터 소스유닛 즉, 방사선유닛(3) 및 조명광학유닛(4)을 구비한 방사선시스템(IL) 및 투영광학시스템(PL)을 포함하는 투영장치(1)를 나타낸다. 방사선유닛(3)은 예를 들어, 방전플라즈마원(6)(도 3참조)을 포함하는 방사선소스 유닛(LA)에 연결된다. EUV 방사선소스(6)는, 전자기 스펙트럼의 EUV범위에서 방사선을 방출하도록 매우 고온의 플라즈마가 생성되는 Xe가스 또는 Li증기와 같은 가스 또는 증기를 채택할 수 있다. 매우 고온의 플라즈마는, 부분적으로 이온화된 플라즈마의 전기적인 방전을 광학축선(O)상으로 붕괴시켜(collapse) 생성될 수 있다. 방사선의 효과적인 생성을 위하여 Xe 가스, Li증기 또는 여타의 적절한 가스나 증기의 0.1mbar의 분압이 요구될 수 있다. 방사선소스(6)에 의하여 방출된 방사선은, 가스배리어구조체 즉 "포일트랩(foil trap; 9)"을 통하여 소스챔버(7)로부터 콜렉터챔버(8)로 통과한다. 가스배리어 구조체는, 본 명세서에서도 참고자료로 채택하고 있는 예를 들어, 유럽특허출원 EP-A-1 223 468호 및 EP-A-1 057 079호에 상세히 설명된 바와 같은 채널구조체를 포함한다.

콜렉터챔버(8)는 그레이징 입사콜렉터에 의하여 형성되는, 본 발명에 따른 방사선 콜렉터(10)를 포함한다. 콜렉터(10)를 통과한 방사선은 회절격자 스펙트럼필터(11)에 반사되어, 콜렉터챔버(8)내의 어퍼처에서 가상소스지점(virtual source point; 12)에 포커싱된다. 챔버(8)로부터, 투영빔(16)이 수직입사반사기(13, 14)를 거쳐 조명광학유닛(4)에서 레티클 또는 마스크테이블(MT)상에 위치된 레티클 또는 마스크상으로 반사된다. 패터닝된 빔(17)이 형성되고, 투영광학시스템(PL)내의 반사요소(18, 19)를 거쳐 웨이퍼스테이지 또는 기판테이블(WT)상으로 묘화된다. 도시된 것 이외의 요소들은 일반적으로 조명광학유닛(4) 및 투영시스템(PL)내에 존재할 수 있다.

도 3에서 알 수 있듯이, 그레이징 입사콜렉터(10)는 다수의 네스팅(nested) 반사기요소(21, 22, 23)를 포함한다. 이러한 종류의 그레이징 입사콜렉터는 문헌에 "Wolter"형으로 잘 알려져 있고, 예를 들어, 독일특허출원 DE-101 38 284.7호에 개시되어 있다.

도 4는 본 발명에 따른 제1실시예를 나타낸다. 방사선의 펄스 투영빔 또는 방사선펄스(16)를 제공할 수 있는 EUV방사원(6)은 타이머회로(41)에 연결된다. 타이머회로(41)는 방사선소스(6)로부터 입력을 받아들이고, 전압, 바람직하게는 전압 펄스를 거울 또는 마스크와 같은 광학구성요소 등의 물체(47)에 공급할 수 있는 전압원(43)에 출력신호를 제공한다. 전압은 구형과 전압펄스 또는 사인파 전압펄스로 성형될 수 있다. 상이하게 성형된 전압펄스도 또한 가능하다. 전압원(43)은 물체(47)에 접속된다. EUV소스(6)에서 발생하는 EUV빔이 물체(47)의 표면상에 도달하면, 2차전자(48)가 생성된다. 2차전자(48)는 음전압에 의하여 반발될 수 있다. 전압원(43)은 대안적으로 -100V정도의 낮은 전압 및 접지에 물체(47)를 접속시킬 수 있다. 물체(47)의 근방에서, 전극(45)은 전압원(43)에 의하여 제공되는 낮은 전압보다 높은 전압, 예를 들어 접지상에 제공된다. 조립체는 2가지 방식으로 작동될 수 있다.

첫번째로, 타이머회로(41)는, 방사선 빔(16)이 제공되는 (동상인(in phase with))주기동안, 낮은(음의) 전압펄스를 물체(47)에 제공할 수 있다. 이러한 방식으로, 생성된 2차전자(48)가 물체(47)로부터 떨어져 가속된다. 그러나, EUV펄스동안에 생성된 양전하를 갖는 입자는 물체(47)를 향하여 당겨지고 가속된다. 또한, EUV방사선동안에, 물체(47)의 표면상에 음전압이 존재하기 때문에, 물체(47)내의 전자가 물체(47)의 표면으로 당겨져, 2차전자의 방출율을 약간 증가시킬 수 있다.

두번째로, 타이머회로(41)는 방사선 빔(16)이 제공되지 않는 (이상인(out of phase))주기동안, 물체(47)에 낮은 전압펄스를 제공할 수 있다. 이것은 2차전자 방출율을 변화하지 않도록 한다. 단점은, 2차전자구름(49)이 비교적 오랜시간동안, 물체(47)의 표면 위에 존재하여, 2차전자가 물체(47)의 표면으로 복귀하는 기회를 증가시켜, 오염을 발생시킬 수 있다는 것이다. 오염은, 2차전자구름(49)이 대략 10 $\mu$ s 동안 존재하면, 현저하게 증가하는 것으로 알려져 있다.

낮은 전압펄스의 적용과 방사선 빔(16)이 제공되는 주기의 개시 사이의 임의의 시간차는 또 다른 가능성을 가진다. 이것은 2차전자의 존재 및 방사선의 펄스와 동상이 아닌 전자(예를 들어, 투영빔의 여타의 구성요소로부터 발생하는 전자)의 플럭스를 감소시킬 수 있게 한다.

리소그래피 투영장치는 일반적으로 몇개의 광학구성요소를 연속하여 포함한다. 광학구성요소를 따라 이동하는 방사선펄스(16)는 현재의 광학구성요소에서보다 늦은 시간에 각각의 후속 광학구성요소에 도달한다. 따라서, 상이한 광학구성요소에 대한 방사선펄스(16)의 도달시간이 상이하다. 타이머회로(41)는 전압펄스의 적용을 방사선펄스(16)의 도착과 동기화



된다. 전압펄스의 폭은, 모든 2차전자(48)가 전극(45)에 의하여 수집되도록 하는 폭이어야 한다. 이것은, 물체에 도달하는 (국부적인)EUV빔의 종료후에 종료하는 펄스주기(pulse duration)를 전압펄스가 가져야만 한다는 것을 의미한다. EUV빔의 노광 완료후의 시간주기는, 모든 (자유)2차전자가 물체의 표면으로부터 전극(45)으로 이동할 수 있도록 충분해야만 한다. 수집된 2차전자의 양은 방사선의 도즈 및 광학구성요소상의 오염의 양에 대한 척도이다. 2차전자의 양은 예를 들어, 전류계(53)와 같은 측정수단을 이용하여 증명될 수 있다.

도 5는 본 발명에 따른 제2실시예를 나타낸다. 도 4의 대응하는 참조부호가 사용된다. 도 5의 실시예는 도 4의 실시예와 비교할만 하다. 도 4의 실시예와는 대조적으로, 전압원(43)이 전극(45)에 접속되고, 물체(47)가 전압원(43) 대신에 접지에 접속된다. 도 5의 전압원(43)은 예를 들어, +100 V의 비교적 높은 전압과 접지 사이를 스위칭할 수 있다. 이 전압은 2차전자(48)를 전극(45)으로 끌어당기거나 잡아당긴다. 반대로, 도 4의 실시예에서는, 2차전자(48)가 물체(47)로부터 반발되거나 떠밀린다. 상술된 바와 같이, EUV소스(6)로부터의 방사선(16)의 펄스 투영빔과 동상 또는 (부분적으로)이상으로, 전압원(43)에 의하여 전극(45)으로 전압이 인가될 수 있다.

산출로부터, 전자 및 이온들에 대한 평균자유거리가 시스템내의 일반적인 거리(예를 들어, 각각의 전극간의 거리)보다 실질적으로 큰 아르곤가스에 있어서, 2차전자가 100V의 전위차를 가지고 있는 전극들간의 10mm의 갭을 횡단하는데 대략 3.4ns가 소요되는 것을 알 수 있다. 그러나, 이 시간동안, 아르곤입자들은 갭길이의 단지  $10^{-5}$ 만을 횡단하므로, 전극간의 전위차의  $10^{-5}$ 배의 에너지를 획득한다. 평균자유거리가 시스템내의 일반적인 거리보다 짧은 시스템에 있어서, 전자가 갭을 횡단하는데 걸리는 시간은 상술된 3.4ns보다 크다. 전자가 갭을 횡단하기엔 충분히 길고, 이온을 상당히 가속시키기엔 충분히 짧은 펄스를 인가하면, 이온플렉스에 의하여 유도되는 물체의 손상이 DC전압의 경우에 대하여 상당히 감소한다.

전극(45)은 일반적으로 얇은 와이어의 메쉬(mesh)로 성형되는 한편, 전극(45)과 물체(47) 사이의 일반적인 거리는 10mm이다. 메쉬는 방사선빔내에 놓여질 수 있다. 메쉬의 와이어가 서로 너무 근접하지 않는 한, 메쉬는 빔내에 무시해도 될만한 음영을 발생시킨다. 방사선 빔과 간섭하지 않도록 전극을 방사선 빔의 외측에 위치시킬 수도 있다. 그리드형 전극이 또한 가능하다.

예를 들어, 전극(45)에 접속된 전류계(53)와 같은 측정수단을 이용하여 2차전자의 양을 측정하는 것 외에도, 물체(47)상의 전류를 측정할 수 있음을 유의하여야 한다.

도 6a, 6b, 6c, 6d는, 방사선소스(6)로부터 나온 방사선의 변동 및 전극(45)과 물체(47)상의 전위의 변동을 각각 시간에 따라 예시하는 예를 나타낸다. 도 6a에는, 방사선소스(6)로부터의 펄스시퀀스가 도시된다. 도 6b에는, 전극(45)상의 양전압이 도시된다. 전극(45)상의 전압은, 실선으로 표시된 도 6a의 펄스와 동상으로 제공될 수 있다. 그러나, 방사선펄스가 제공된 후에, 잠시 전압을 제공할 수도 있다. 이것이 도 6b에 점괘선으로 표시된다. 이러한 방식으로, 방사선펄스와 전압펄스 사이에 위상차(Q)가 발생한다. 전압펄스가 전체 방사선펄스 동안 존재할 필요는 없다. 도 6c에서는, 시간에 따라 보호되는 물체(47)상의 음전압펄스의 변동이 도시된다. 도 6b와 관련하여 설명된 바와 같이, 위상차 및 존재(presence)와 관련된 동일한 감지(remark)가 적용된다. 도 6d는 물체(47)상의 전압의 유리한 변동을 시간에 따라 나타낸다. 현재의 2차전자를 제거하기 위하여, 음전압펄스를 가한 후에, 물체(47)가 양전압펄스로 대전된다. 비교적 무거운 이온은, 음전압펄스 및 양전압펄스에 의하여 발생되는, 시간에 걸쳐 평균화된 전기장에 의하여 생성되는 힘에 의하여 영향을 받는다. 상기 시간평균은 0 또는 거의 0에 가까워서, 이온이 물체(47)쪽으로 가속되지 않거나 혹은 약간만 가속된다.

본 발명의 특정 실시예가 설명되었지만, 본 발명이 상술된 것과 다르게 실시될 수 있음을 이해할 것이다. 상기 설명은 본 발명을 제한하지 않는다.

## 발명의 효과

본 발명에 따르면, EUV 리소그래피 투영장치내의 광학구성요소상의 EUV 방사선의 조명으로 인한 오염물의 양을 감소시킬 수 있다.

## (57) 청구의 범위

### 청구항 1.



- 방사선소스(6)에 의하여 방출된 방사선으로부터, 방사선의 투영빔(16)을 형성하는 방사선시스템(3, 4);
- 상기 투영빔을 패터닝하도록 상기 투영빔에 의하여 조사될, 패터닝수단을 잡아주도록 구성된 지지구조체(MT);
- 기관을 잡아주도록 구성된 기관테이블(WT);
- 상기 기관의 타겟부상으로 상기 패터닝수단의 조사된 부분을 묘화하도록 구성되고 배치된 투영시스템(5); 및
- 조사시에 형성되는 2차전자들이 차폐될 물체상에 입사하는 것을 방지하도록 전자기장을 생성하는 차폐수단을 포함하는 리소그래피 투영장치(1)에 있어서,

상기 차폐수단은,

- 상기 물체(47)의 부근에 있는 전극(45), 및
- 상기 전극에 대하여 상기 물체에 전압을 제공하도록, 상기 물체(47), 상기 전극(45), 또는 상기 물체 및 전극에 접속된 전압원(43)을 포함하고,

상기 방사선소스(6)는 하이 상태와 로우 상태 사이의 펄스방식으로 작동되도록 되어 있고,

상기 리소그래피 투영장치(1)는 상기 방사선소스(6)와 동기화되어 상기 물체(47), 상기 전극(45), 또는 상기 물체 및 전극에, 상기 전극(45)에 대하여 상기 물체(47)에 반복적인 음전위를 제공하는 시간변동전압을 제공하기 위한 동기화수단을 포함하는 것을 특징으로 하는 리소그래피 투영장치(1).

## 청구항 2.

제1항에 있어서,

상기 시간변동전압은, 상기 물체(47)로부터 떨어져서 조사시에 형성되는 실질적으로 모든 2차전자(48)를 운반하는데 충분한 시간간격동안 상기 전극(45)에 대하여 상기 물체(47)에 반복적인 음전위를 공급하는 것을 특징으로 하는 리소그래피 투영장치(1).

## 청구항 3.

제1항 또는 제2항에 있어서,

상기 음전위는  $0.01\mu\text{s}$  내지  $10\mu\text{s}$  사이의 시간동안 제공되는 것을 특징으로 하는 리소그래피 투영장치(1).

## 청구항 4.

제1항 또는 제2항에 있어서,

상기 음전위는 0V 내지 -1000V 사이인 것을 특징으로 하는 리소그래피 투영장치(1).

## 청구항 5.

제1항 또는 제2항에 있어서,

상기 전압원(43)은 상기 물체(47)에 접속되는 것을 특징으로 하는 리소그래피 투영장치(1).

#### 청구항 6.

제1항 또는 제2항에 있어서,

상기 전압원(43)은 상기 물체(47)의 부근에 있는 상기 전극(45)에 접속되는 것을 특징으로 하는 리소그래피 투영장치(1).

#### 청구항 7.

제1항 또는 제2항에 있어서,

상기 음전위는 상기 전압원(6)의 하이 상태와 동상으로 인가되는 것을 특징으로 하는 리소그래피 투영장치(1).

#### 청구항 8.

제1항 또는 제2항에 있어서,

상기 음전위의 인가와 상기 방사선소스(6)의 하이 상태 사이의 위상차는 임의적인(arbitrary) 것을 특징으로 하는 리소그래피 투영장치(1).

#### 청구항 9.

제1항 또는 제2항에 있어서,

상기 반복적인 음전위는 관련된 양전위로 이어지는(succeed) 것을 특징으로 하는 리소그래피 투영장치(1).

#### 청구항 10.

제9항에 있어서,

상기 양전위는 0V 내지 +1000V 사이인 것을 특징으로 하는 리소그래피 투영장치(1).

#### 청구항 11.

제1항 또는 제2항에 있어서,

상기 시간변동전압은 구형파의 형태를 갖는 것을 특징으로 하는 리소그래피 투영장치(1).

#### 청구항 12.

제1항 또는 제2항에 있어서,

상기 시간변동전압은 사인파의 형태를 갖는 것을 특징으로 하는 리소그래피 투영장치(1).

### 청구항 13.

제1항 또는 제2항에 있어서,

상기 리소그래피 투영장치(1)는 상기 전극(45)내의 상기 2차전자(48)에 의하여 발생된 전류를 측정하는 측정수단(53)을 포함하는 것을 특징으로 하는 리소그래피 투영장치(1).

### 청구항 14.

- 방사선소스(6)에 의하여 방출된 방사선으로부터, 방사선의 투영빔(16)을 형성하는 방사선시스템(3, 4)을 제공하는 단계;
- 상기 투영빔을 패터닝하도록 상기 투영빔에 의하여 조사될 패터닝수단을 잡아주도록 구성된 지지구조체(MT)를 제공하는 단계;
- 기판을 잡아주도록 구성된 기판테이블(WT)을 제공하는 단계;
- 상기 기판의 타겟부상으로 상기 패터닝수단의 조사된 부분을 묘화하도록 구성되고 배치된 투영시스템(5)을 제공하는 단계; 및
- 조사시에 형성되는 2차전자가 차폐될 물체상에 입사하는 것을 방지하도록 전자기장을 생성하는 단계를 포함하는 디바이스 제조방법에 있어서,
- 상기 방사선소스를 하이 상태와 로우 상태 사이의 펄스방식으로 작동시키는 단계; 및
- 상기 방사선소스(6)와 동기화되어 상기 물체(47), 상기 물체 부근에 제공된 전극(45), 또는 상기 물체 및 전극에, 상기 전극(45)에 대하여 상기 물체(47)에 반복적인 음전위를 공급하는 시간변동전압을 제공하는 단계를 더 포함하는 것을 특징으로 하는 디바이스 제조방법.

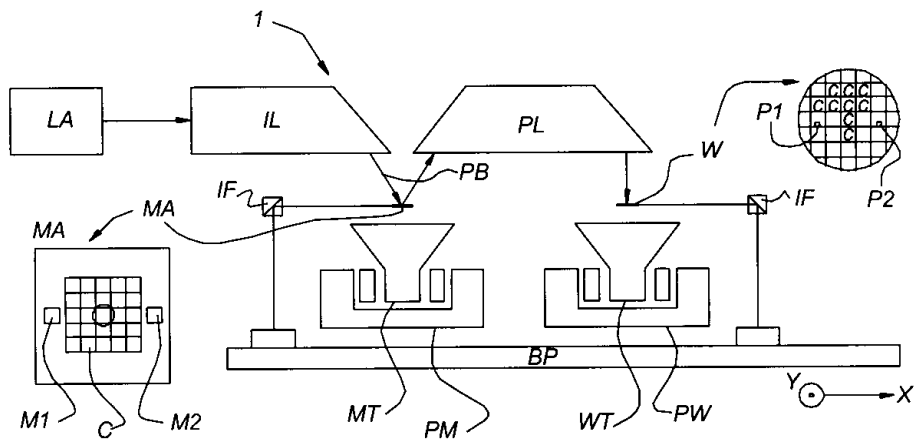
### 청구항 15.

제14항에 있어서,

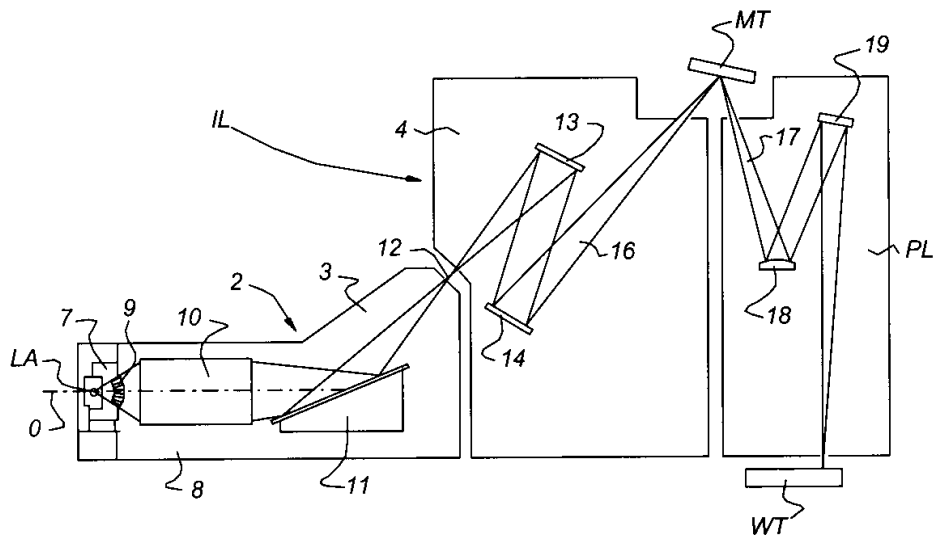
상기 전극(45)에 입사하는 상기 2차전자(48)의 양이 측정되는 것을 특징으로 하는 디바이스 제조방법.

도면

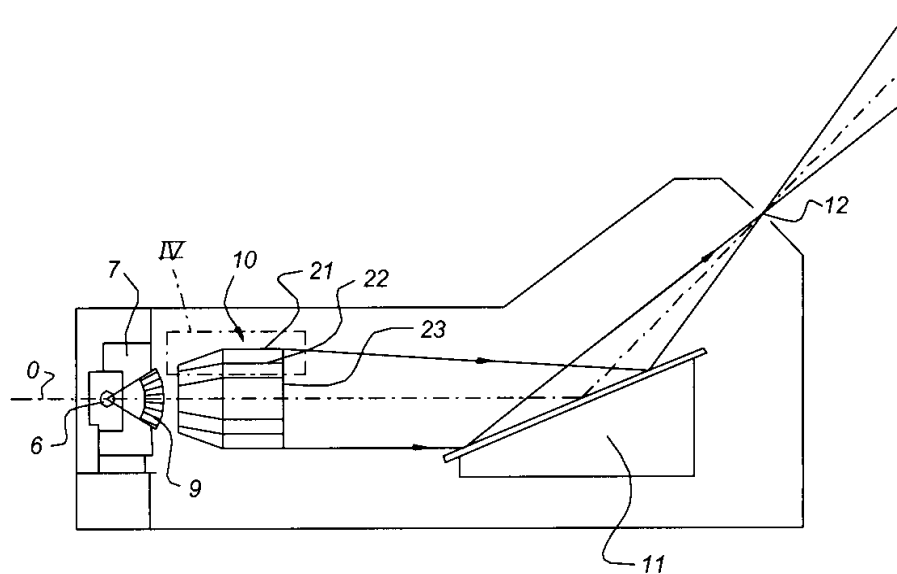
도면1



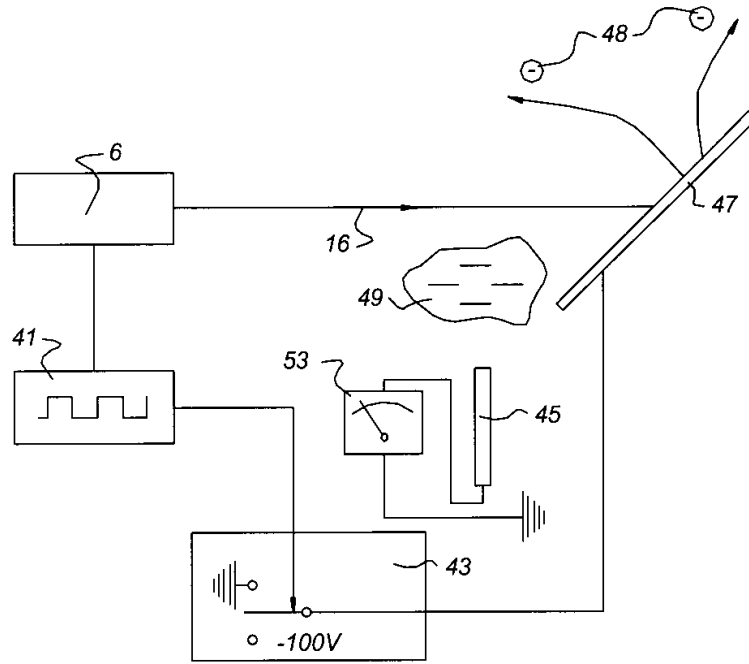
도면2



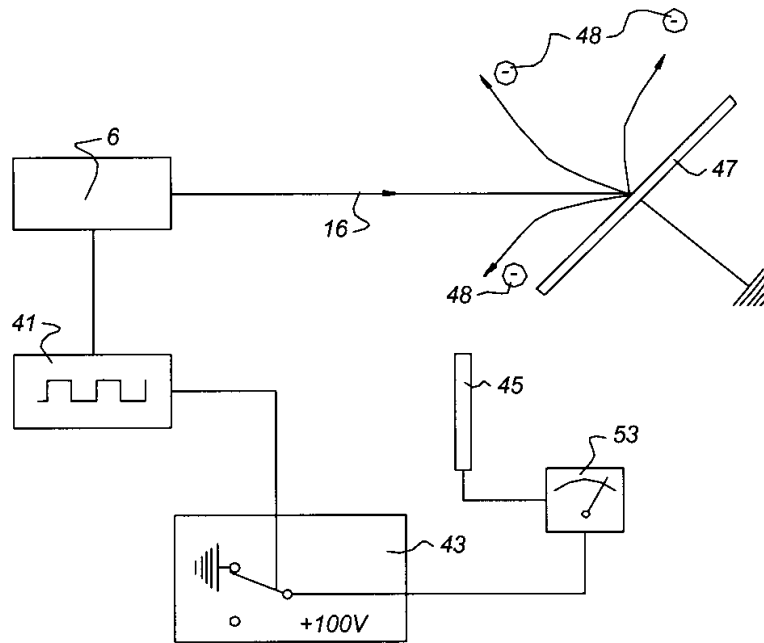
도면3



도면4



도면5



도면6

