



(19) 대한민국특허청(KR)
 (12) 등록특허공보(B1)

(51) Int. Cl.

H01L 21/027 (2006.01)

(45) 공고일자

2007년03월27일

(11) 등록번호

10-0700372

(24) 등록일자

2007년03월21일

(21) 출원번호 10-2004-0089338
 (22) 출원일자 2004년11월04일
 심사청구일자 2004년11월04일

(65) 공개번호 10-2005-0043673
 (43) 공개일자 2005년05월11일

(30) 우선권주장 03078504.2 2003년11월05일 유럽특허청(EPO)(EP)

(73) 특허권자 에이에스엠엘 네델란즈 비.브이.
 네덜란드, 앤엘-5504 디알 벨드호펜, 데 룬 6501

(72) 발명자 오텐스요스트예뢴
 네덜란드 앤엘-5508 테이르 벨트호벤 오퍼슈테하이 36

돈더스소에르트니콜라스람베르투스
 네덜란드 앤엘-5211 하엔 에스-헤르토겐보쉬 아크터 헤트 슈타트후이
 스24

(74) 대리인 김양오
 송재련
 특허법인화우

심사관 : 정현수

전체 청구항 수 : 총 13 항

(54) 리소그래피 장치 및 디바이스 제조방법

(57) 요약

본 발명은, 방사선 투영빔을 제공하는 조명시스템; 지지부의 평면을 제공하는 지지구역을 형성하는 복수의 지지 돌출부들을 포함하는 아티클 지지부상의 상기 방사선 투영빔의 빔 경로에 배치될 편평한 아티클을 지지하는 상기 아티클 지지부; 및 상기 아티클과 상기 아티클 지지부간에 개선된 열 전도를 제공하기 위하여, 상기 아티클 지지부에 의하여 지지될 때 상기 아티클의 뒷면으로 백필 가스를 공급하도록 상기 지지구역내에 배치되는 백필 가스 방출 구역을 포함하는 백필 가스 공급부를 포함하는 리소그래피 장치에 관한 것이다. 본 발명에 따르면, 상기 백필 가스 방출 구역이 상기 지지구역을 실질적으로 에워싼다.

대표도

도 5

특허청구의 범위

청구항 1.

리소그래피 장치에 있어서,

- 방사선 투영빔을 제공하는 조명시스템(IL);
- 지지부의 평면을 제공하는 지지구역(3)을 형성하는 복수의 지지 돌출부들(2)을 포함하는 아티클 지지부(1)상의 상기 방사선 투영빔의 빔 경로에 배치될 편평한 아티클을 지지하는 상기 아티클 지지부(1); 및
- 상기 아티클과 상기 아티클 지지부간에 개선된 열 전도를 제공하기 위하여, 상기 아티클 지지부에 의하여 지지될 때 상기 아티클의 뒷면으로 백필 가스를 공급하도록 상기 지지구역내에 배치되는 백필 가스 방출 구역(7)을 포함하는 백필 가스 공급부(8,10)를 포함하여 이루어지고,

상기 백필 가스 방출 구역(7)은 상기 지지구역의 경계부 근방에 위치되어 있고 상기 지지구역의 중앙에 추가 백필 가스 방출 구역(5)이 제공되며,

상기 지지구역의 근방에 위치한 상기 백필 가스 방출 구역(7) 및 상기 지지구역의 중앙의 상기 추가 백필 가스 방출 구역(5)은 상기 아티클 지지부(1) 내에 매립된 가스 유동 채널(9) 또는 상기 지지구역(3) 내의 미리정해진 지점들에 위치되는 개방 트로프들을 통해 연결되는 것을 특징으로 하는 리소그래피 장치.

청구항 2.

제1항에 있어서,

상기 방출 구역은 상기 아티클과 상기 아티클 지지부 사이의 가스 유동 저항에 대해 저감된 가스 유동 저항을 갖는 것을 특징으로 하는 리소그래피 장치.

청구항 3.

제1항 또는 제2항에 있어서,

상기 방출 구역은 동심적 가스 공급 트로프에 의하여 형성되는 것을 특징으로 하는 리소그래피 장치.

청구항 4.

제1항 또는 제2항에 있어서,

상기 방출 구역은 복수의 이격된 가스 공급부를 포함하는 것을 특징으로 하는 리소그래피 장치.

청구항 5.

삭제

청구항 6.

삭제

청구항 7.

제1항 또는 제2항에 있어서,

상기 지지구역은 하드-림 밀봉에 의하여 경계지워지지 않는 것을 특징으로 하는 리소그래피 장치.

청구항 8.

제7항에 있어서,

상기 지지구역은 경계벽에 의하여 경계지워지지 않는 것을 특징으로 하는 리소그래피 장치.

청구항 9.

제1항 또는 제2항에 있어서,

상기 지지구역은 상기 지지부의 평면 아래에 놓이는 경계벽의 높이를 형성하는 경계벽에 의하여 경계지워지는 것을 특징으로 하는 리소그래피 장치.

청구항 10.

제9항에 있어서,

상기 경계벽에 바로 인접하여 트로프가 존재하는 것을 특징으로 하는 리소그래피 장치.

청구항 11.

제1항 또는 제2항에 있어서,

진공 압력 조건들에서 상기 리소그래피 장치를 작동시키기 위하여 진공 압력을 제공하는 진공 펌프 시스템을 더 포함하고, 상기 진공 펌프는 상기 아티클의 뒷면으로부터 유동하는 백필 가스를 제거하도록 작동하는 것을 특징으로 하는 리소그래피 장치.

청구항 12.

제11항에 있어서,

상기 진공 펌프 시스템은 상기 지직구역을 에워싸는 흡입구역을 포함하는 것을 특징으로 하는 리소그래피 장치.

청구항 13.

제1항 또는 제2항에 있어서,

상기 아티클 지지부는 패터닝수단을 지지하는 지지부이고, 상기 패터닝수단은 상기 투영빔의 단면에 패턴을 부여하는 역할을 하는 것을 특징으로 하는 리소그래피 장치.

청구항 14.

제1항 또는 제2항에 있어서,

상기 아티클 지지부는 패터닝된 빔에 의하여 상기 기판의 타겟부상으로 패터닝될 기판을 잡아주는 기판테이블인 것을 특징으로 하는 리소그래피 장치.

청구항 15.

제1항 또는 제2항에 따른 리소그래피 장치용 아티클 지지부에 있어서,

- 지지부의 평면을 제공하는 지지구역을 형성하는 복수의 지지 돌출부; 아티클과 상기 아티클 지지부간의 개선된 열 전도를 제공하기 위하여 상기 아티클 지지부에 의하여 지지될 경우 상기 아티클의 뒷면으로 백필 가스를 공급하도록 상기 지지구역에 배치되는 백필 가스 방출 구역을 포함하되, 상기 백필 가스 방출 구역은 상기 지지구역의 경계부 근방에 위치되어 있고 상기 지지구역의 중앙에 추가 백필 가스 방출 구역이 제공되며,

상기 지지구역의 근방에 위치한 상기 백필 가스 방출 구역 및 상기 지지구역의 중앙의 상기 추가 백필 가스 방출 구역은 상기 아티클 지지부 내에 매립된 가스 유동 채널 또는 상기 지지구역 내의 미리정해진 지점들에 위치되는 개방 트로프들을 통해 연결되는 것을 특징으로 하는 아티클 지지부.

명세서

발명의 상세한 설명

발명의 목적

발명이 속하는 기술 및 그 분야의 종래기술

본 발명은 리소그래피 장치 및 디바이스 제조방법에 관한 것이다. 보다 구체적으로는, 본 발명은:

방사선 투영빔을 제공하는 조명시스템; 지지부의 평면을 제공하는 지지구역을 형성하는 복수의 지지 돌출부들을 포함하는 아티클 지지부상의 상기 방사선 투영빔의 빔 경로에 배치될 편평한 아티클을 지지하는 상기 아티클 지지부; 및 상기 아티클 및 상기 아티클 지지부간에 개선된 열 전도를 제공하기 위하여, 상기 아티클 지지부에 의하여 지지될 때 상기 아티클의 뒷면으로 백필 가스를 공급하도록 상기 지지구역내에 배치되는 백필 가스 방출 구역을 포함하고 백필 가스 공급부를 포함하여 이루어지는 리소그래피 장치에 관한 것이다.

리소그래피 장치는 기판의 타겟부상으로 필요한 패턴을 적용시키는 기계이다. 리소그래피 투영장치는 예를 들어, 집적회로(IC)의 제조에 사용될 수 있다. 이 경우에, 마스크와 같은 패터닝수단은 IC의 각각의 층에 대응되는 회로패턴을 생성하는데 사용될 수 있으며, 이 패턴은 방사선 감응재(레지스트)층을 갖는 기판(예를 들면, 실리콘 웨이퍼)상의 타겟부(예를 들어, 하나 또는 몇개의 다이의 일부를 포함함)상으로 묘화(image)될 수 있다. 일반적으로, 단일 웨이퍼는 연속적으로 노광되는 인접해 있는 타겟부들의 네트워크를 포함한다. 공지된 리소그래피 장치는, 타겟부상으로 전체 패턴을 한번에 노광함으로써 각 타겟부가 조사되는 이른바 스템퍼(stepper)와, 주어진 방향("스캐닝"방향)으로 투영빔을 통한 패턴을 스캐닝하는 한편, 이 방향과 같은 방향 또는 반대 방향으로 기판을 동기적으로 스캐닝함으로써 각 타겟부가 조사되는 이른바 스캐너(scanner)를 포함한다.

종래의 리소그래피 투영장치에서는, 포토리소그래피 프로세스 동안, 웨이퍼 또는 레티클과 같은 아티클이, 진공압력, 정전기력, 분자사이의 결합력 또는 중력에 걸쳐 있을 수 있는 클램핑력에 의하여 아티클 지지부상에 클램핑된다. 상기 아티클 지지부는 웨이퍼 또는 레티클이 유지되는 균일한 평면을 형성하는 복수의 돌출부들 형태의 평면을 형성한다. 이상적인 평면의 방위로부터의 아티클의 작은 편향이 웨이퍼의 회전을 가져오고 이로 테이션으로 인해 결과적으로 오버레이 오차를 야기하기 때문에, 이들 돌출부들의 높이의 미세한 변화들은 묘화 분해능에 치명적이다. 또한, 이러한 아티클 지지부의 높

이 변화들은 그에 의해 지지되는 아티클의 높이 변화를 초래한다. 리소그래피 프로세스 동안, 상기 높이 변화들은 투영시스템의 제한된 초점 거리로 인해 묘화 분해능에 영향을 미칠 수 있다. 따라서, 이상적인 평면의 아티클 지지부를 갖는 것이 매우 중요하다.

유럽특허출원 EP0947884는 돌출부들이 기판의 평탄도를 개선시키도록 배치되는 기판 홀더를 갖는 리소그래피 장치를 기술하고 있다. 이들 돌출부들은 일반적으로 0.5mm의 직경을 가지며, 일반적으로 서로 3mm 거리 만큼 떨어져 배치되어, 기판을 지지하는 지지부재의 베드를 형성한다. 돌출부들의 높이는 $1 \mu\text{m} - 15 \mu\text{m}$ 의 범위내에 있다. 돌출부들 사이의 비교적 큰 공간들로 인하여, 존재 가능한 오염물들이 기판의 평탄도에 대한 장애물을 형성하지 않는데, 이는 이들이 돌출부들 사이에 놓이게 될 것이고 기판을 국부적으로 상승시키지 않을 것이기 때문이다.

본 출원 명세서에서, 상기 "아티클"이란 용어는 상술된 용어들인 웨이퍼, 레티클, 마스크 또는 기판일 수 있고, 보다 구체적으로는,

- 리소그래피 투영 기술을 채용한 디바이스 제조에서 처리될 기판; 또는

- 리소그래피 투영장치에서의 리소그래피 투영마스크나 마스크 블랭크, 마스크 검사 또는 세정장치와 같은 마스크 핸들링 장치, 또는 상기 방사선 시스템의 광 경로에 클램핑되는 여타 아티클 또는 광학요소나 마스크 제조장치와 같은 용어일 수 있다.

리소그래피 프로세싱에서, 조명시스템과 조명될 아티클들 사이에 존재하는 가스 조성물, 특히 비균질성 가스 조성물을 통한 투영빔의 통과는 회절, 굴절 및 흡수와 같은 바람직하지 않은 효과들을 야기할 수도 있다. 이러한 효과들은 조명 품질, 특히 묘화 성능에 있어 항시 증대되는 요구치에 이르는데 필요한 분해능에 악영향을 미칠 수 있다. 상기 빔내에 배치될 아티클에 실질적으로 방해를 주지 않는 방사선 투영빔이 통과할 수 있도록, 리소그래피의 새로운 발생기술(generation)인, 극자외선 영역의 투영빔을 사용하는 EUV 리소그래피가 진공(부근의) 조건에서 운용된다. 본 명세서에서, 진공압력이라는 용어는 환경내에 존재하는 특정 가스들과 관련되어 있다. 예를 들어, 탄수소(carbonhydrogen) 및 물에 대하여, 허용 가능한 배압(background pressure)은 $1\text{e}-9$ 내지 $1\text{e}-12$ mbar 정도로 매우 낮다. 불활성 가스에 대해서는 그 요건들이 덜 엄격한데, 예를 들면, Ar에 대하여 허용가능한 배압은 $1\text{e}-4$ 내지 $1\text{e}-2$ mbar의 범위, 특히 $1\text{e}-3$ mbar이다. 또한, 장치의 환경의 관점에서 상대적인 배압이 변화할 수 있다. 예를 들어, 아티클이 웨이퍼 지지부의 환경에서 기능할 경우, 특정 구성 요소들에 대한 진공 요건들은 아티클 지지부가 레티클 지지부로서 기능하는 환경에서보다 덜 엄격할 수 있다. 즉, (C_xH_y 및 H_2O 와 같은) 오염물들에 대한 부분압은 (레티클 지지부를 포함하는) 광학기 컴파트먼트와 웨이퍼 컴파트먼트간에 꽉 터 100으로 상이하며 총 압력(통상적 수치는 $1\text{e}-9$ 내지 $1\text{e}-12$ mbar)보다 훨씬 더 낮다.

이러한 진공 기술은 온도 제어의 관점에서 몇가지 당면과제를 남긴다. 서두에 밝힌 아티클 지지부와 관련하여, 돌출부들은 아주 작은 접촉 면적을 제공하도록 형상화되고 또한 상대적으로 넓게 이격되어 배치되기 때문에, 아티클 지지부에 의하여 지지될 때에는 아티클 저부측의 매우 작은 부분(총 면적의 0.1 내지 3%)만이 상기 아티클 지지부와 물리적으로 접촉하게 된다. 사용되는 진공 압력의 범위내에서, 열 전도율은 실질적으로 상기 압력에 비례하며, 이는, 투영빔내에 배치될 때 아티클에 의하여 흡수되는 열 에너지가 더 이상 적절하게 전환될 수 없어서, 아티클 지지부가 뜻하지 않게 가열됨으로써 열 팽창 및 그에 따른 투영의 부정확성이 야기되거나 잠재적으로는 상기 아티클의 손실까지도 가져온다는 것을 의미한다. 이러한 문제를 극복하기 위하여, 통상적으로 아티클로부터 아티클 지지부로 열을 전도시켜 상기 아티클에 의해 흡수되는 열 에너지를 전환시키는, 이른바 백필 가스(back-fill gas)가 사용된다. 물론, 필요하다면 아티클 지지부에는 냉각 매체 등을 구비한 냉각 덕트와 같은 냉각수단들이 더 제공될 것이다. 하지만, 아티클의 저부에 백필 가스를 한정시키기 위하여, 종래의 접근법은 아티클의 저부측과 아티클 지지부의 상부측 사이에 가스 밀봉부를 형성함으로써 진공으로부터 백필 가스를 실질적으로 밀봉시키는 경계벽인 이른바 "하드-림(hard-rim)"을 제공하고 있다.

하지만, 조명 성능의 관점에서 이러한 하드림은 몇가지 문제를 야기한다는 것이 발견되어 왔다. 밀봉 림의 존재는 아티클을 나르기 위한 추가적인 지지부를 제공한다. 이러한 추가적인 지지부는 아티클의 압력 하중을 교란시켜 아티클의 국부적인 벤딩을 야기할 수도 있다. 이러한 벤딩은 아티클 표면의 회전을 가져와 바람직하지 않은 오버레이 효과들을 야기할 수도 있다. 또한, 밀봉 림은 아티클과 아티클 지지부 사이의 접촉 면적의 증가를 거의 배가시킨다. 이는, 접촉 구역들간에 오염 입자들이 침입하여 지지부의 불균일이 발생되고 이에 상응하는 아티클의 벤딩의 문제가 생기는 것을 방지하기 위하여 상기 접촉 면적을 최소화시키는 것이 목적이기 때문에 바람직하지 않다.

또한, 상기 하드 림의 존재는 열 전도율을 제공하기 위하여 백필 가스가 존재하지 않는 아티클의 분명한 외부 영역을 형성한다. 이는 아티클의 국부적인 과열 또는 바람직하지 않은 온도 구배의 관점에서 추가적인 문제들을 야기한다.

발명이 이루고자 하는 기술적 과제

본 발명의 목적은 상술된 문제들이 해결되고 상술된 결점들을 겪지 않는 백필 가스 공급부가 제공되는 리소그래피 장치를 제공하는 것이다.

상기 목적은 청구항 제1항의 특징들에 따른 리소그래피 장치에 의하여 달성된다. 보다 구체적으로는, 백필 가스 방출 구역이 상기 지지구역의 경계부에 근접하여 위치하는 아티클 지지부를 포함하는 포토리소그래피 아티클에서는, 선택된 지점들, 바람직하게는 지지 영역의 주변부를 따르는 모든 지점들을 따라 미리정해진 백필 가스 압력으로 놓이고 청구항 1에서 더욱 특정되는 백필 가스 방출부가 제공된다. 그에 따른 백필 가스의 유동은 정상 상태(steady state)로 상기 에워싸인 영역을 충전시켜 상기 영역에서 실질적으로 일정한 백필 가스 압력을 제공함으로써 상기 영역에 균일한 열 전도 특성을 가져다 준다. 바람직한 실시예에서, 상기 방출 구역은 상기 아티클과 상기 아티클 지지부간에 가스 유동 저항에 대해 저감된 가스 유동 저항을 갖는다. 예를 들어, 방출 구역을 향한 가스 공급 채널뿐 아니라 가스 방출 구역을 형성하는 상기 가스 공급 채널의 방출 개구부를 둘러싼 가스 공급 영역도 저감된 유동 임피던스를 갖도록 설계되어 백필 가스가 아티클의 뒷면을 충전시킬 경우 짧은 대기시간을 가져온다. 또한, 바람직하게는 상기 방출 구역이 동심적 가스 공급 트로프(concentric gas feed trough)으로 형성될 수도 있다. 특히, 원형의 지지영역에 대하여, 상기 방출 구역은 지지영역 주변부에 근접한 환형 후퇴부에 의하여 형성될 수도 있다. 상기 환형 후퇴부는 아티클 지지부에 의하여 지지될 경우 상기 아티클에 의해 경계지워지는 트로프를 형성한다.

대안실시예에서 또는 그와 함께 조합되어, 상기 방출 구역은 복수의 이격된 가스 공급부들을 포함할 수 있다. 특별하게는, 상기 이격된 가스 공급부들이 지지영역의 경계부에 근접하여 배치되는 규칙적인 동심적 패턴을 형성하는 가스 채널 개구부들에 의하여 형성될 수 있다.

충전 시간을 줄이기 위해서는, 상기 지지구역의 중앙의(central) 추가의 백필 가스 방출 구역이 제공되는 것이 바람직하다. 상기 지지구역을 에워싸는 상기 백필 가스 방출 구역 및 상기 지지구역의 중앙의 상기 추가의 백필 가스 방출 구역은 가스 유동 채널 또는 트로프들을 통해 연결될 수도 있다.

또한, 일반적으로, 하드 립 구조에서는, 아티클이 상기 하드 립을 초과하여 연장된다. 따라서, 이러한 구조에서는, 아티클 경계 구역에서는 백필 가스의 부재로 인해 열 전도가 제공되지 않는다. 본 발명에 따른 상기 구조에서는, 상기 에워싸인 영역 외측의 저감된 백필 가스 압력 구역에서도 열 전도가 제공되어 아티클 경계구역에서 향상된 열 전도율을 제공한다.

본 발명에 따르면, 상기 지지구역은 하드 립 밀봉에 의하여 경계지워지지 않거나, 경계벽에 의하여 경계지워지지 않을 수도 있다. 방출 구역은 상기 지지구역의 경계부에 근접하여 위치되어 있기 때문에, 단지 지지구역의 작은 부분에서만 백필 가스의 압력이 결국 리소그래피 장치내에 존재하는(진공) 압력 조건으로 강하된다. 따라서, 밀봉 구조가 필요하지 않아 아티클 지지부의 보다 나은 레밸링 특성들을 가져온다. 몇몇 디자인에서는, 가스 유동을 제한하고 아티클 경계부 부근의 가스 압력을 증가시키기 위하여 증가된 유동 저항을 형성하는 몇가지 밀봉의 종류, 특히 "비접촉식" 밀봉 또는 "누출식" 밀봉을 갖는 것이 유리할 수 있다. 따라서, 상기 지지구역은 상기 지지부의 평면 아래에 놓이는 경계부 벽의 높이를 한정하는 경계벽에 의하여 경계지워진다. 이 실시예는 백필 가스가 아르곤과 같은 불활성 가스인 경우 특히 잘 작용한다. 이러한 종류의 가스들에 대하여, 아티클 지지부의 상대적인 위치에 따라 진공 주위의 허용가능한 배압은 상대적으로 크고 1 mbar⁻¹/s, 특히 0.15 mbar⁻¹/s보다 작은 누출속도가 백필 가스인 아르곤에 대해 허용가능하다. 밀봉 경계부의 부재시, 누출 속도는 위에 표시된 상한내에서 찾을 수 있는 0.12 mbar⁻¹/s인 것으로 계산되었다. 바람직한 실시예에서는, 위에서 명기된 최대치와는 차이가 많이 나는, 계산된 누출 속도는 3e-3 mbar⁻¹/s이었다. 이 값들은 적용된 1 e-3 mbar의 배압에 대한 것이다. 진공 환경의 배압이 작을 경우, 누출 속도도 그에 대응하여 느려진다. 트로프는 상기 경계벽에 바로 인접하여 존재할 수도 있다. 상기 밀봉 경계부 부근의 백필 가스에 대하여 증가된 체적은 분자 유동 방식에서 증가된 유동 저항을 형성할 수 있다.

본 발명의 백필 가스의 구성은 다른 압력 환경들에서 운용될 수도 있으나, 본 발명은 진공 압력 조건에서 상기 리소그래피 장치를 작동시키기 위한 진공 압력을 제공하기 위한 진공 펌프 시스템을 포함하는 리소그래피 장치에 사용되는 것이 바람직하며, 상기 진공 펌프는 상기 아티클의 뒷면으로부터 유동하는 백필 가스를 제거하도록 작동한다.

이러한 구조에 있어서, 진공 펌프, 특히 진공 터보 펌프는 간단하게 누출 백필 가스를 제거하도록 작동된다. 이러한 제거는 상기 진공 펌프 시스템이 상기 지지구역을 에워싸는 흡입 구역을 포함한다면 효과적으로 실행된다. 이러한 경우에는, 빠져나가는 백필 가스 입자들이 조명 프로세스에 악영향을 미치기 이전에 직접적으로 수집될 수 있다.

본 발명은 또한 청구항 제15항의 특징들에 따른 아티클 지지부에 관한 것이다.

본 명세서에서는 IC의 제조에 있어서의 리소그래피 장치의 사용에 대하여 언급하였으나, 이러한 장치가 집적 광학시스템의 제조, 자기 도메인 메모리, 액정표시패널(LCD), 박막자기헤드 등을 위한 가이던스 및 검출패턴의 제조와 같은 다른 응용례들을 가지고 있음을 이해해야 할 것이다. 당업자라면, 이러한 대안적인 적용례와 관련하여, 본 명세서에서 사용된 "웨이퍼" 또는 "다이"와 같은 용어는 각각 "기판" 또는 "타겟부" 등과 같은 좀 더 일반적인 용어와 동의어로 간주될 것임을 이해할 수 있다. 본 명세서에서 언급되는 기판은, 예를 들어 트랙(통상적으로 레지스트의 층을 기판에 적용하고 노광된 레지스트를 현상하는 틀)이나 메트롤로지 또는 검사 틀에서 노광 전 또는 후에 처리될 수도 있다. 적용이 가능할 경우, 본 명세서의 내용은 상기 및 기타 기판 처리 틀에 적용될 수 있다. 또한, 기판은 예를 들어 다중 층 IC를 생성시키기 위하여 한번 이상 처리될 수 있어서, 본 명세서에서 사용된 기판이라는 용어는 다중 처리된 층을 이미 포함하는 기판을 언급할 수도 있다.

본 명세서에서 사용되는 "방사선" 및 "빔"이란 용어는 자외선(UV)(예를 들어, 파장이 365, 248, 193, 157 또는 126nm)과 극자외(EUV)선(예를 들어, 파장이 5 내지 20nm 범위) 및 이온빔 또는 전자빔과 같은 입자빔을 포함하는 모든 형태의 전자기방사선을 포괄하여 사용된다.

본 명세서에서 사용되는 "패터닝수단(patterning means)"이라는 용어는 기판의 타겟부에 패턴을 생성시키는 것과 같이 투영빔의 단면에 패턴을 부여하는데 사용될 수 있는 수단을 지칭하는 것으로서 폭넓게 해석되어야 한다. 투영빔에 부여되는 패턴은 기판 타겟부의 원하는 패턴과 정확히 대응하지는 않는다는 유의해야 한다. 일반적으로, 투영빔에 부여되는 패턴은 집적회로와 같은 타겟부에 형성될 디바이스 내의 특정 기능층에 해당할 것이다.

패터닝수단은 투과형 또는 반사형일 수 있다. 패터닝수단의 예로는 마스크, 프로그램 가능한 거울 어레이 및 프로그램 가능한 LCD 패널을 포함한다. 리소그래피에서는 마스크가 잘 알려져 있고, 바이너리(binary)형, 교변위상-시프트(alternating phase-shift)형 및 감쇠위상-시프트형과 같은 마스크타입과 다양한 하이브리드 마스크타입을 포함한다. 프로그램 가능한 거울 어레이의 예로는 작은 거울들의 매트릭스 배열을 들 수 있는데, 상기 거울들 각각은 입사되는 방사선 빔을 상이한 방향으로 반사시키기 위하여 개별적으로 경사져 있고; 이러한 방식으로, 반사된 빔이 패터닝된다. 패터닝수단의 각 예시에 있어서, 지지 구조체는 예를 들어, 필요에 따라 고정되거나 또는 이동할 수 있고 가령 투영시스템에 대하여 패터닝수단이 원하는 위치에 있도록 보장 할 수 있는, 프레임 또는 테이블일 수 있다. 본 명세서에서 사용되는 "레티클" 또는 "마스크"란 용어의 어떠한 사용도 좀 더 일반적인 용어인 "패터닝수단"과 동의어로 간주될 수 있다.

본 명세서에서 사용되는 "투영시스템"이라는 용어는, 예를 들어, 사용되는 노광방사선에 대하여 적절하거나 또는 침지유체(immersion fluid)의 사용이나 전공의 사용과 같은 여타의 팩터들에 대하여 적절한, 굴절광학시스템, 반사광학시스템 및 카타디옵트릭광학시스템을 포함하는 다양한 형태의 투영시스템을 포괄하는 것으로서 폭넓게 해석되어야 한다. 본 명세서에서의 "렌즈"라는 용어의 어떠한 사용도 "투영시스템"과 같은 좀 더 일반적인 용어와 동의어로 간주될 수 있다.

또한, 조명시스템은 방사선 투영빔의 지향, 성형 또는 제어를 위하여 굴절, 반사 및 카타디옵트릭 광학구성요소를 포함하는 다양한 종류의 광학구성요소를 포괄할 수 있고, 이후의 설명에서는 이러한 구성요소들을 집합적으로 또는 개별적으로 "렌즈"라고 언급할 수도 있다.

리소그래피장치는 2개(듀얼스테이지)이상의 기판테이블(및/또는 2이상의 마스크테이블)을 갖는 형태일 수 있다. 이러한 "다수스테이지" 기계에서는 추가 테이블이 병행하여 사용될 수 있거나, 1이상의 테이블이 노광에 사용되고 있는 동안 1이상의 다른 테이블에서는 준비작업 단계가 수행될 수도 있다.

또한, 리소그래피장치는 투영시스템의 최종요소와 기판 사이의 공간을 채우도록 비교적 높은 굴절률을 가지는 액체, 예를 들어 물에 기판이 침지되는 형태일 수도 있다. 침지액은 리소그래피장치내의 여타의 공간, 예를 들어 마스크와 투영시스템의 제1요소 사이에 적용될 수도 있다. 침지기술은 당 업계에서는 투영시스템의 개구수를 증가시키는 것으로 잘 알려져 있다.

발명의 구성

도 1은 본 발명의 특정 실시예에 따른 리소그래피 투영장치를 개략적으로 도시하고 있다. 상기 장치는:

- 방사선(예를 들어, UV 또는 EUV 방사선)의 투영빔(PB)을 공급하는 조명시스템(일루미네이터)(IL);

- 패터닝수단(MA)(예를 들어, 마스크)을 지지하고, 아이템 PL에 대하여 패터닝수단을 정확히 위치시키는 제1위치설정수단(PM)에 연결된 제1지지구조체(예를 들어, 마스크테이블)(MT);
- 기판(W)(예를 들어, 레지스트코팅된 웨이퍼)을 잡아주고, 아이템 PL에 대하여 기판을 정확히 위치시키는 제2위치설정수단(PW)에 연결된 기판테이블(예를 들어, 웨이퍼테이블)(WT); 및
- 패터닝수단(MA)에 의하여 투영빔(PB)에 부여된 패턴을 기판(W)의 타겟부(C)(예를 들어, 하나 이상의 다이를 포함함)상에 묘화(imaging)시키는 투영시스템(PL)(예를 들어, 반사형 투영렌즈)을 포함한다.

도시된 바와 같이, 상기 장치는 (예를 들어, 반사형 마스크 또는 상술된 형태의 프로그램가능한 거울 어레이를 채용한) 반사형이다. 대안적으로는, 상기 장치는 (예를 들어, 투과형 마스크를 채용한) 투과형일 수도 있다.

일루미네이터(IL)는 방사선 소스(SO)로부터 방사선 빔을 수용한다. 상기 방사선 소스와 리소그래피 장치는, 예를 들어 상기 방사선 소스가 플라즈마 방전 소스인 경우 별도의 객체일 수 있다. 이러한 경우에, 상기 방사선 소스는 리소그래피 장치의 일부를 형성한다고 볼 수 있으며, 방사선 빔은 예를 들어, 적절한 콜렉팅 거울 및/또는 스펙트럼 정화 필터(spectral purity filter)를 포함하는 방사선 콜렉터의 도움으로 방사선 소스(SO)로부터 일루미네이터(IL)를 거쳐간다. 여타의 경우, 예를 들어, 방사선 소스가 수은램프인 경우에는 상기 방사선 소스는 상기 장치의 통합된 일부일 수 있다. 상기 방사선 소스(SO)와 일루미네이터(IL)는 방사선 시스템이라 칭할 수도 있다.

상기 일루미네이터(IL)는 빔의 각도 세기분포를 조정하는 조정수단을 포함할 수 있다. 일반적으로, 일루미네이터의 퓨필 평면에서의 세기 분포의 적어도 외측 및/또는 내측의 반경크기(통상 각각 외측- σ 및 내측- σ 라 함)가 조정될 수 있다. 상기 일루미네이터는 그 단면에서 소정의 균일성 및 세기 분포를 갖는, 투영빔(PB)이라 칭해지는 콘디셔닝된 방사선 빔을 제공한다.

상기 투영빔(PB)은 마스크테이블(MT)상에 잡혀있는 마스크(MA)상에 입사된다. 마스크(MA)를 가로지른 투영빔(PB)은 렌즈(PL)를 통과하고, 상기 렌즈는 기판(W)의 타겟부(C)위에 상기 빔(PB)을 포커스한다. 제2위치설정수단(PW) 및 위치센서(IF2)(예를 들어, 간접계 디바이스)에 의하여, 기판테이블(WT)은, 예를 들어 빔(PB)의 경로내에 상이한 타겟부(C)를 위치시키도록 정확하게 이동될 수 있다. 이와 유사하게, 제1위치설정수단(PM) 및 위치센서(IF1)는, 예를 들어 마스크라이브리리로부터의 기계적인 회수 후에 또는 스캔하는 동안, 빔(PB)의 경로에 대하여 마스크(MA)를 정확히 위치시키는데 사용될 수 있다. 일반적으로 대물레이블들(MT 및 WT)의 이동은, 위치설정수단들(PM 및 PW)의 일부를 형성하는 긴 행정모듈(long stroke module)(개략 위치설정) 및 짧은 행정 모듈(미세 위치설정)의 도움을 받아 실현될 것이다. 하지만, 스텝페의 경우에는 (스캐너와는 대조적으로) 마스크테이블(MT)이 짧은 행정 액추에이터에만 연결될 수도 있고 고정될 수도 있다. 마스크(MA) 및 기판(W)은 마스크 정렬마크(M1, M2) 및 기판 정렬마크(P1,P2)를 사용하여 정렬될 수도 있다.

도시된 장치는 다음의 바람직한 모드로 사용될 수 있다.

1. 스텝 모드에서는, 마스크테이블(MT) 및 기판테이블(WT)은 기본적으로 정지상태로 유지되는 한편, 투영빔에 부여되는 전체 패턴은 한번에(즉, 단일 정적노광) 타겟부(C)상에 투영된다. 이후 기판테이블(WT)이 X 및/또는 Y 방향으로 시프트되어 다른 타겟부(C)가 노광될 수 있다. 스텝 모드에서, 노광필드의 최대크기는 단일 정적노광시에 묘화되는 타겟부(C)의 크기를 제한한다.
2. 스캔 모드에서는, 마스크테이블(MT)과 기판테이블(WT)이 동시에 스캐닝되는 한편 투영빔에 부여된 패턴이 소정 타겟부(C)(즉, 단일 동적노광)상에 투영된다. 마스크테이블(MT)에 대한 기판테이블(WT)의 속도 및 방향은 투영시스템(PL)의 확대(축소) 및 이미지 반전(image reversal) 특성에 의하여 결정된다. 스캔 모드에서, 노광필드의 최대크기는 단일 동적노광시의 타겟부의 (스캐닝되지 않는 방향으로의) 폭을 제한하는 한편, 스캐닝동작의 길이는 타겟부의 (스캐닝방향으로의) 높이를 결정한다.
3. 또 다른 모드에서는, 마스크테이블(MT)이 프로그램가능한 패터닝수단을 잡아주어 기본적으로 정적인 상태로 유지되며, 투영빔에 부여된 패턴이 타겟부(C)상에 투영되는 동안 기판테이블(WT)이 움직이거나 스캐닝된다. 이 모드에서는, 일반적으로 펄스방사선소스(pulsed radiation source)가 채용되며, 기판테이블(WT)이 이동한 후, 또는 스캔시 연속적인 방사선펄스들 사이에서 필요에 따라 프로그램가능한 패터닝수단이 업데이트된다. 이 작동 모드는, 위에서 언급된 바와 같은 종류의 프로그램가능한 거울 어레이와 같은 프로그램가능한 패터닝수단을 활용하는 마스크없는(maskless) 리소그래피에 용이하게 적용될 수 있다.

또한, 상술된 사용 모드들의 조합 및/또는 변형, 또는 전체적으로 상이한 사용 모드가 채용될 수도 있다.

도 2는 아티클 지지부(1)의 종래 실시예를 도시하고 있다. 이 실시예에서, 웨이퍼를 지지하기 위한 아티클 지지부(1)는, 간략히 웨이퍼 지지테이블이라 불리며, 웨이퍼 지지테이블에 대해 보편적인, 대체로 원형의 형태이다. 하지만, 아티클 지지부는 또 다른 형상, 특히 정사각형으로 이루어질 수도 있다. 웨이퍼 지지테이블(1)은 웨이퍼(도시 안됨)를 지지하는 편평한 지지부를 제공하도록 치수화된 복수의 돌출부(2)들을 포함한다. 간명히 하기 위해, 몇개의 돌출부(2)들만이 참조되고 있으며; 일반적으로 도면에서는 그들이 개방형 원들로 나타나 있다. 이에 의하여, 돌출부(2)들이 지지구역(3)을 형성한다. 상기 지지구역(3)의 경계는 둘레 벽(4)에 의하여 형성되어, 백필 가스(도시 안됨)를 한정하는 밀봉부를 형성한다. 상기 둘레 벽(4)은 지지 돌출부(2)와 동일한 높이로 되어 있고, 이에 의하여 또한 웨이퍼를 지지하는 지지요소를 형성한다. 이러한 형태의 지지부는 밀봉시 경계 벽(4)이 웨이퍼와 물리적으로 접촉하고 그것의 저부측을 가압하기 때문에 "하드 림" 밀봉이라 지칭된다. 이는, 웨이퍼를 변형시키고 상기 웨이퍼의 지지부에 불균일성을 가져와, 조사될 웨이퍼의 표면이 완전하게 편평하지 않게 한다.

도 1의 웨이퍼 지지테이블(1)에서, 백필 가스는 통상적으로 웨이퍼 지지테이블(1)의 중앙 부근이나 도 1에 도시된 바와 같이 중심을 약간 벗어난 곳에 있는 선택된 위치에 배치되는 가스 공급부(5)를 통해 도입된다. 간명히 하기 위해, 일반적으로 도면에는 소수의 공급부(5)만이 제시되어 있으며, 상기 공급부들은 폐쇄된 원 또는 두꺼운 라인으로 나타나 있다. 충전동안, 백필 가스의 압력은 공급부(5)들의 위치로부터 확장되며, 이는, 웨이퍼 지지테이블(임의의 유닛)의 중심으로부터 반경 방향으로의 지점(S)과 관련하여 백필 가스의 압력(P)을 개략적으로 나타내고 있는 관련 대응 압력 도표에 개략적으로 나타나 있다. 종 모양의 압력 곡선(I)은 완전히 확장되고 실질적으로 밀봉 림(4)에 의하여 한정되는, 지지구역(3)내의 가스 압력(II)까지 확장된다는 것을 알 수 있다. 밀봉 림(4)의 외측에서는, 백필 가스가 존재하지 않으며 따라서 백필 가스의 압력도 존재하지 않기 때문에: 결과적으로 웨이퍼 지지테이블(1)의 외측 구역에서는, 묘화 분해능에 치명적이며 웨이퍼 및/또는 웨이퍼 지지테이블(1)의 열화까지도 야기하는 국부적인 열 팽창과 같은 악영향을 가져오는 열 전도가 없다.

도 3은 본 발명에 따른 아티클 지지부(1)의 제1실시예를 나타내고 있다. 도시된 실시예는 실질적으로 원형의 웨이퍼 지지테이블(1) 형태로 되어 있다. 여기서, 지지구역(3)은 하드 림 밀봉부에 의해서가 아니라 누출 밀봉부(6)에 의하여 경계지워진다. 본 발명의 목적을 위하여, 공급 지점들과 관련된 백필 가스 압력의 유동 특성들이, 흔히 진공 압력인 주변 압력의 존재내에서 충분한 압력이 조성될 수 있도록 되어 있다면, 상기 누출 밀봉부(6)가 부재할 수도 있다. 본 발명에 따르면, 경계의 가스 공급부(7)들은 그들이 지지구역(3)의 경계 부근에 위치하기 때문에 상기 지지구역(3)을 실질적으로 에워싸는 가스 방출 구역을 형성하고 있다. 예를 들어, 지지구역(3)을 실질적으로 에워싸기 위한 실제 값으로서, 가스 공급부(7)들은 웨이퍼 지지테이블(1)의 반경방향 거리에 대해 경계부(6)로부터 1 내지 40%, 바람직하게는 1 내지 15%, 보다 바람직하게는 1 내지 5% 이격된 경계부 부근에 위치된다. 일반적으로, 가스 공급부(7)들의 위치는, 웨이퍼 지지테이블(1)의 중심으로의 너무 많은 가스 유입이나 웨이퍼 아래로부터의 너무 많은 가스 유출을 제약하지 않으면서 가능한 한 경계부(6)에 대해 멀리에 있다. 충전동안, 백필 가스의 압력은 공급부(7)로부터 확장되며, 이는, 웨이퍼 지지테이블(임의의 유닛)의 중심으로부터의 반경방향 지점(S)과 관련하여 백필 가스의 압력(P)을 개략적으로 나타내고 있는 관련 대응 압력 도표에 개략적으로 나타나 있다. 정상 상태에서 가스 공급부(7) 부근의 압력은 미리정해진 레벨로 제어되기 때문에, 지지구역(3)내의 백필 가스의 압력 역시 상기 동일한 미리정해진 레벨(II')로 유지된다. 이 실시예에서는, 압력 레벨 I'로 나타낸 바와 같이 압력 곡선이 지지구역의 경계부들로부터 전체 지지구역(3)에 걸친 완전 확산에 이르기까지 확장된다. 누출 밀봉구역(6)을 통한 가스의 유출로 인하여, 압력은 도 1에 나타낸 하드-밀봉 구조에서와 같이 실질적으로 중심으로부터 더 멀리에서 0 레벨까지 강하되어, 웨이퍼의 경계 구역에서 보다 나은 열 전도를 제공한다. 따라서, 도 1을 참조로 상술된 바와 같은 악영향들이 해결되고 웨이퍼의 경계부 부근에서 보다 나은 묘화 분해능이 제공될 수 있다.

도 4는 경계의 공급부(7)들 이외에 중앙 공급부(5)들이 부가된 대안실시예를 나타내고 있다. 상기 중앙 공급부(5)들의 존재는 도 3을 참조한 정상 상태의 구조가 보다 빨리 달성되는 장점이 있다. 일단 상기한 바가 달성되고 나면, 상기 중앙 공급부(5)들에서의 가스 유출이 차단될 수 있다.

도 5는, 지지구역(3)의 미리정해진 지점들에 위치되는 가스 공급부들이 트로프들에 의하여 형성되는 아티클 지지부(1)의 추가적인 대안실시예를 나타내고 있다. 상기 트로프들 중 1이상은 외측 트로프(8)로 나타낸 바와 같이, 지지구역을 실질적으로 에워싼다. 상기 트로프들은 링킹 채널(9)에 의하여 나타낸 바와 같이 서로 가스 공급을 위해 연결되어 있다. 상기 채널은 개방되어 있어 링킹 트로프(9)를 형성할 수도 있다. 이러한 채널(9)은 아티클 지지부내에 매립될 수도 있으며, 그것의 단부에서만 백필 가스 공급구역(8) 및 다른 보다 많은 내부 구역(들)로의 개방형 연결부를 형성할 수도 있다. 누출 경계 밀봉부(6)에 인접하여 추가 트로프(11)가 존재할 수도 있다. 이러한 트로프(11)는 문자 유동 방식의 경계 밀봉부(6)를 통한 가스의 유출에 대하여 개선된 차단부를 형성할 수 있다.

도 6은 도 5에 표시된 라인 X-X를 따르는 아티클 지지부(1)의 개략적인 높이 맵을 나타낸다. 웨이퍼(12)는 돌출부의 최상부상에 위치된다(간명히 하기 위해 그들 사이에 약간의 캡을 갖도록 도시함). 상기 돌출부(2)의 높이는 종래 높이가 대략 5 μm 인 반면, 누출 밀봉부(6)는 상기 높이에 대해 0.1 내지 5 μm 만큼 낮다. 최적화된 구성에서는, 누출 밀봉부(6)가 전혀 없을 수도 있다는 것을 이해해야 한다.

돌출부들(2)의 가장 나중의 열(13)과 두번째 열(14) 사이에는, 가스 공급 트로프(8)가 존재한다. 누출 밀봉부와 외측 열(13) 사이에는, 추가의 트로프(11)가 존재한다. 웨이퍼 지지부의 바로 외측에는, 유출되는 가스를 수집하기 위하여 흡입 펌프(15)가 존재할 수도 있다. 문자 유동 방식으로 가스 입자의 유동 경로가 개략적으로 나타나 있다. 트로프(11)의 존재로 인하여, 가스 유출에 대한 증가된 임피던스가 형성될 수 있다.

도 7은 942mm의 둘레를 갖는 표준 웨이퍼에 대하여 경계벽의 특정한 기하학적 구조에 따라 계산되는 누출 속도를 예시하고 있다. 상기 기하학적 구조는 200; 500; 1000; 2000 및 5000nm의 하강된 밀봉부("캡"으로서 나타냄)를 갖는 경계벽을 포함한다. 예측되는 바와 같이, 도표의 하부 라인은 최소값에 해당되고 도표의 상부 라인은 캡의 최대값에 해당되도록 누출 속도는 캡의 폭과 함께 증가된다. 또한, 경계벽(6)에서 가스 공급부(7)까지의 거리에 해당되는 캡의 폭은 0.1 nm 내지 10 nm의 범위에 있다. 나타낸 범위내에서, $\text{mbar}^* \text{l/s}$ 로 표현되는 누출 속도는 0.5 e-4 에서 1 가까이까지 변화한다. 이상적인 실시예에서, 스테이지 컴파트먼트내로의 백필 가스의 누출 속도는 바람직하게는 $1 \text{ mbar}^* \text{l/s}$, 보다 바람직하게는 $10 \text{ mbar}^* \text{l/s}$, 가장 바람직하게는 $1 \text{ e-5 mbar}^* \text{l/s}$ 보다 작어야 한다. $5\mu\text{m}$ 의 캡 및 1mm의 폭에 대하여, 누출 속도는 상기 언급된 최대 누출 속도내의 대략 $0.12 \text{ mbar}^* \text{l/s}$ 이다. 이 값들은 대략 1 e-3 mbar 의 적용되는 (총) 배압에 대한 것이다. 진공 환경의 배압이 작은 경우, 누출 속도는 그에 대응하여 작아질 것이다. 또한, 스테이지 컴파트먼트로의 백필 가스의 누출 속도는 바람직하게는 $0.01 \text{ mbar}^* \text{l/s}$, 보다 바람직하게는 $1 \text{ e-3 mbar}^* \text{l/s}$, 가장 바람직하게는 $1 \text{ e-7 mbar}^* \text{l/s}$ 보다 작아야 한다.

따라서, 외측 가스 공급부(7)가 예지 외측으로 1 mm 이상 나온 경우, 캡은 $5\mu\text{m}$ 정도이다. 500 nm의 캡 및 0.5 mm의 폭으로 이루어진 웨이퍼에 대한 바람직한 실시예는 $3 \text{ e-3 mbar}^* \text{l/s}$ 의 누출 속도를 나타낸다. 레티클 스테이지에 대하여, 상기 실시예는 1136 mm의 총 둘레에 대하여 2 mm의 캡 폭 및 200 nm의 캡을 포함한다.

본 발명은 실질적으로 원형이고 투영빔에 의하여 조명될 웨이퍼를 지지하는데 사용되는 아티클 지지부를 참조하여 예시되었다. 하지만, 당업자라면 본 발명이 여타 아티클, 특히 레티클 형태의 아티클에도 적용될 수 있다는 것을 이해 할 것이다.

본 발명의 특정 실시예들에 대해 상술하였으나, 본 발명은 설명된 것과 달리 실행될 수도 있다는 것을 이해해야 한다. 상기 설명은 본 발명을 제한하려는 것이 아니다.

발명의 효과

본 발명에 따르면, 위에서 열거한 문제들이 해결되고 상술된 결점들을 갖지 않는 백필 가스 공급부가 제공되는 리소그래피 장치를 얻을 수 있다.

도면의 간단한 설명

도 1은 본 발명의 일 실시예에 따른 리소그래피 장치를 나타낸 도;

도 2는 종래의 정전기 아티클 지지부를 나타낸 도;

도 3은 본 발명에 따른 아티클 지지부를 나타낸 도;

도 4는 본 발명에 따른 아티클 지지부의 대안실시예를 나타낸 도;

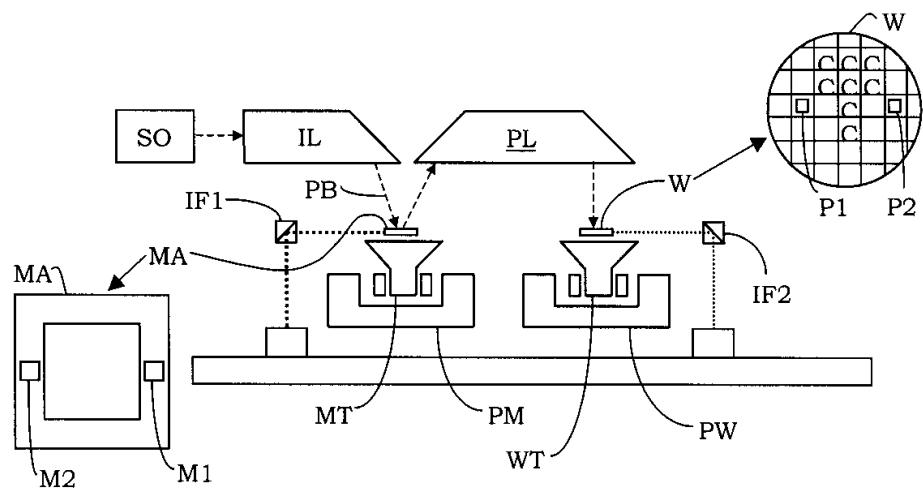
도 5는 본 발명에 따른 아티클 지지부의 또 다른 실시예를 나타낸 도;

도 6은 라인 X-X를 따라 취해진 도 5에 따른 아티클 지지부의 측면도;

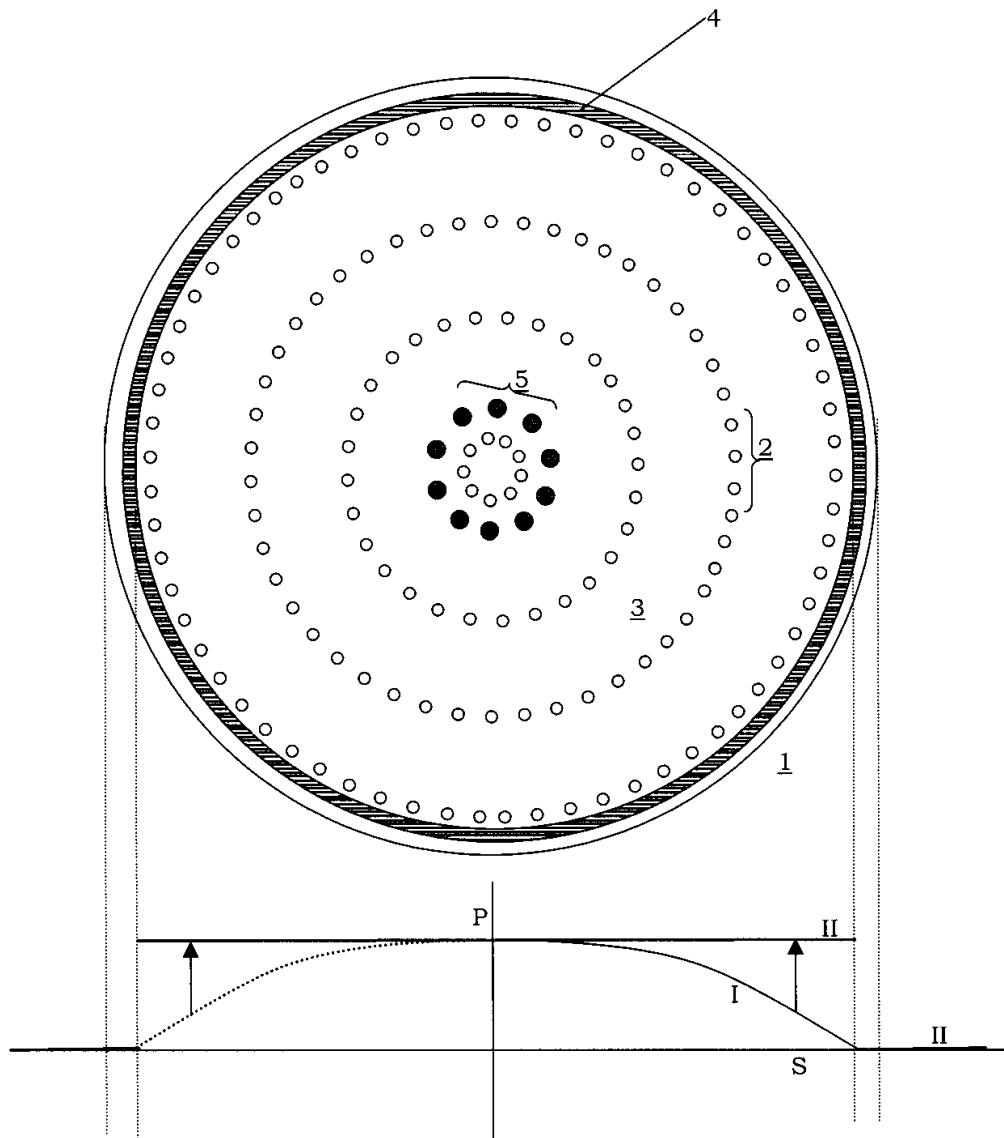
도 7은 경계벽의 기하학적 구조에 따라 누출 속도를 계산한 것을 예시한 도이다.

도면

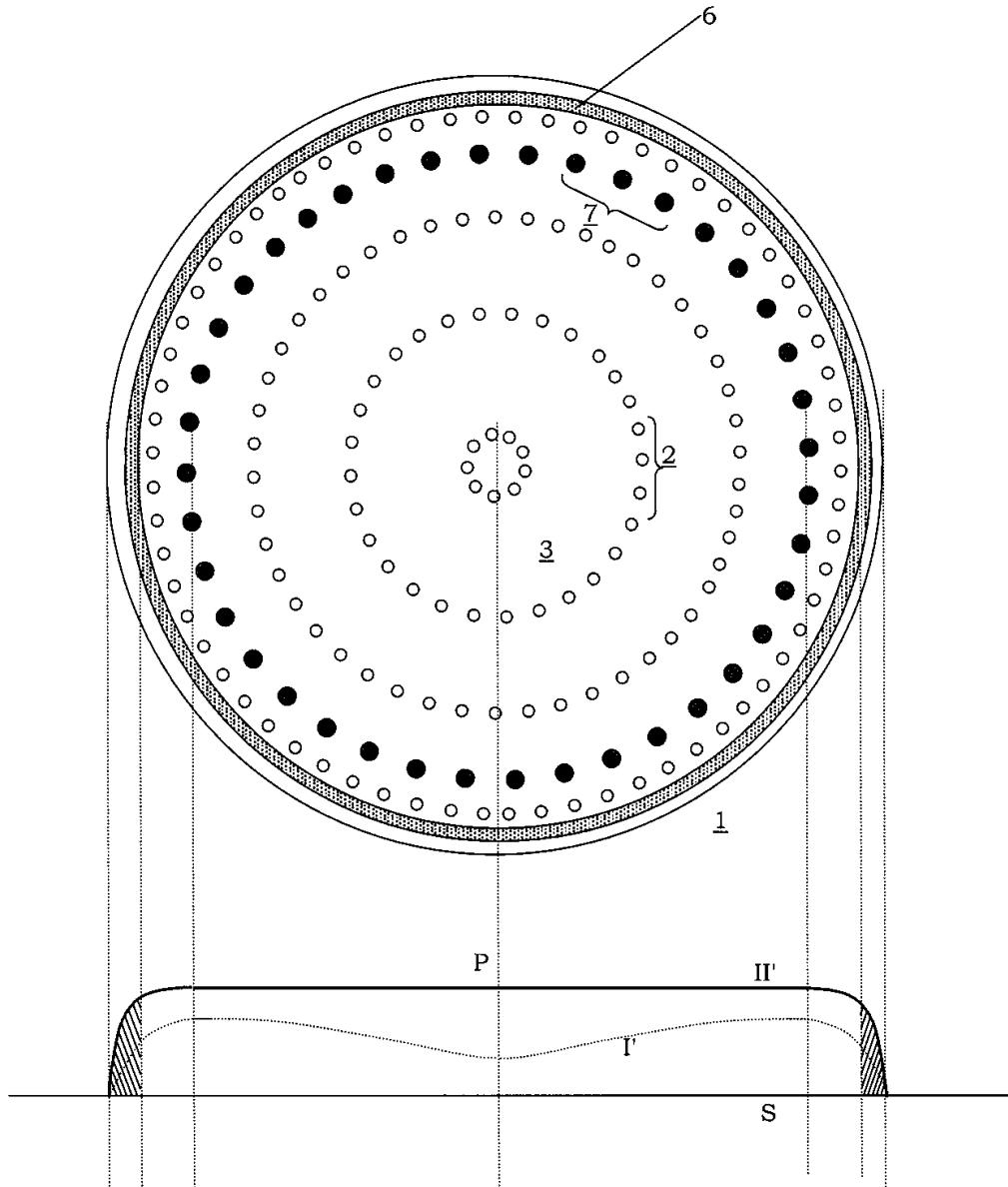
도면1



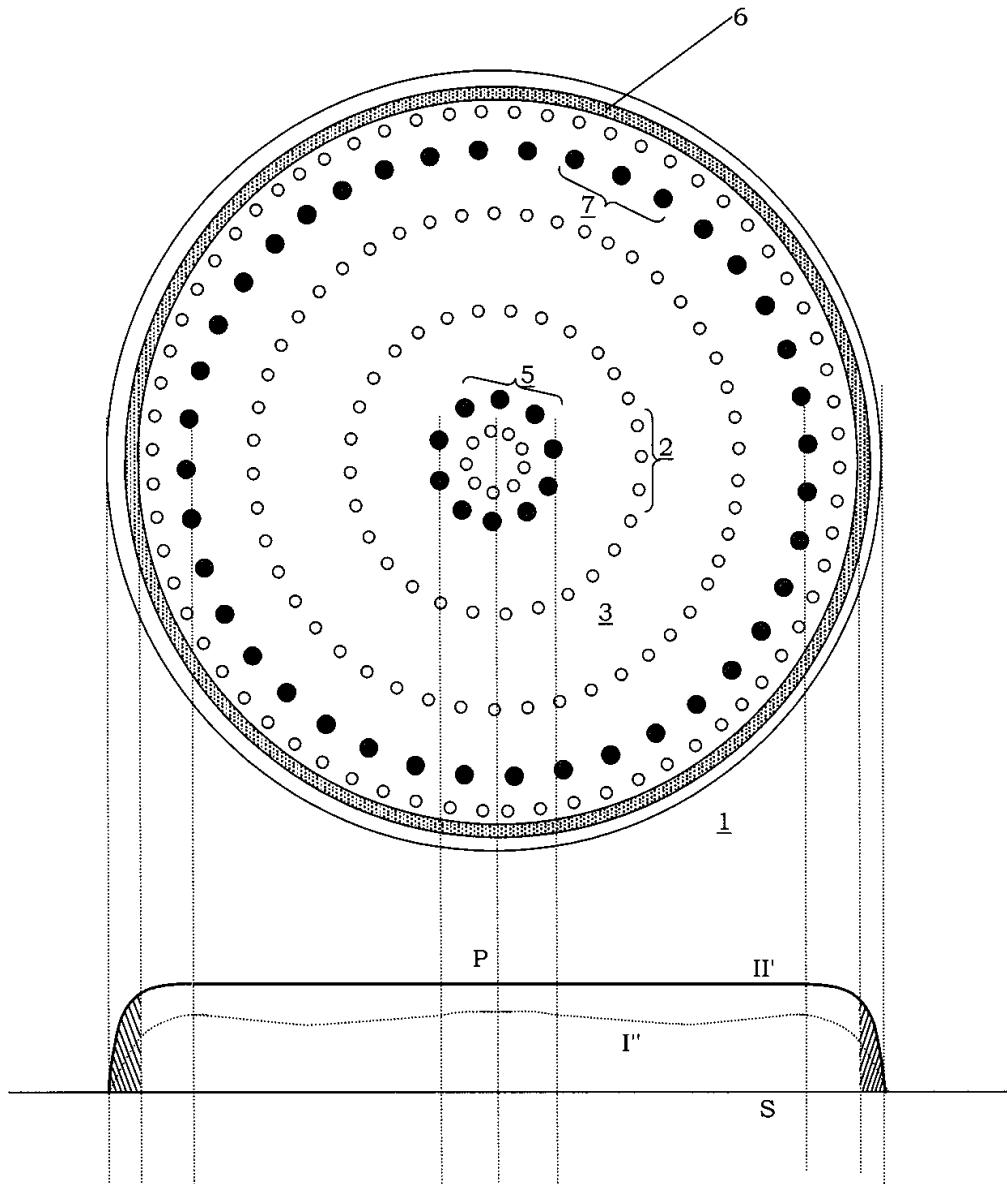
도면2



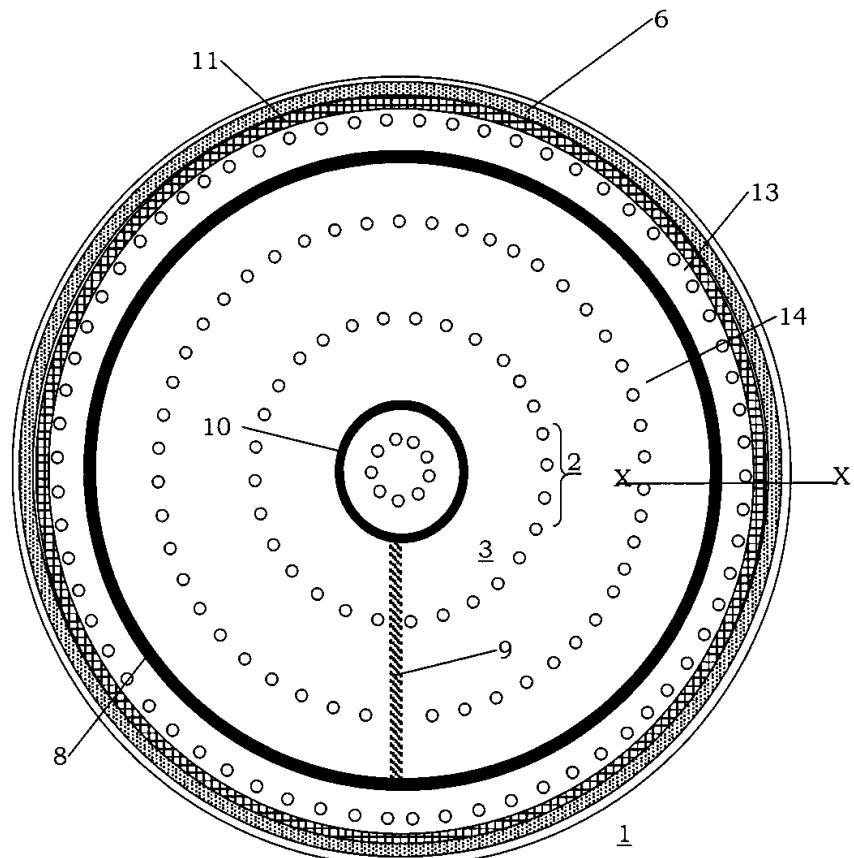
도면3



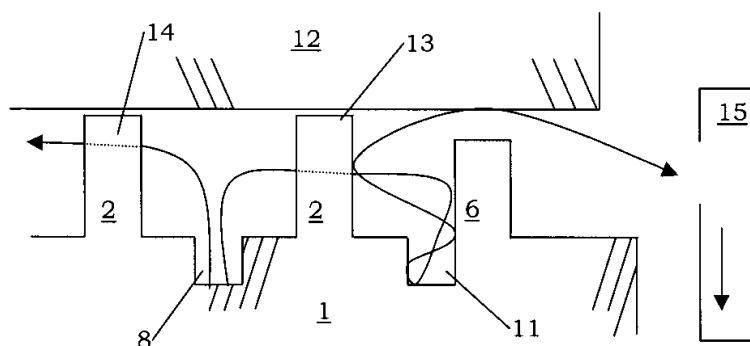
도면4



도면5



도면6



도면7

