



(19) 대한민국특허청(KR)
(12) 공개특허공보(A)

(11) 공개번호 10-2017-0016014
(43) 공개일자 2017년02월10일

- (51) 국제특허분류(Int. Cl.)
G03F 7/20 (2006.01) B08B 3/04 (2006.01)
B08B 3/12 (2006.01)
- (52) CPC특허분류
G03F 7/70341 (2013.01)
B08B 3/04 (2013.01)
- (21) 출원번호 10-2017-7002557(분할)
- (22) 출원일자(국제) 2004년04월02일
심사청구일자 없음
- (62) 원출원 특허 10-2015-7002109
원출원일자(국제) 2004년04월02일
심사청구일자 2015년01월30일
- (85) 번역문제출일자 2017년01월26일
- (86) 국제출원번호 PCT/US2004/010309
- (87) 국제공개번호 WO 2004/093130
국제공개일자 2004년10월28일
- (30) 우선권주장
60/462,556 2003년04월11일 미국(US)
60/482,913 2003년06월27일 미국(US)
- (71) 출원인
가부시키가이샤 니콘
일본국 도쿄도 미나토구 고난 2초메 15반 3고
- (72) 발명자
헤이즐턴 앤드류 제이
미국 94070 캘리포니아주 산카를로스 펠프스 로드 409
가와이 히데미
미국 94303 팔로 알토 루이스 로드 3780
(뒷면에 계속)
- (74) 대리인
특허법인코리어나

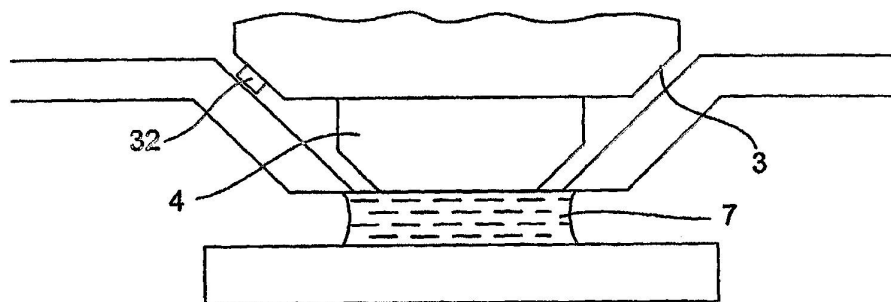
전체 청구항 수 : 총 41 항

(54) 발명의 명칭 액침 리소그래피에 의한 광학기기의 세정방법

(57) 요약

액침 리소그래피 장치는, 레티클을 유지하도록 배열되는 레티클 스테이지, 피가공물을 유지하도록 배열되는 워킹 스테이지, 및 조명 소스와 그 조명 소스로부터의 방사광에 의해 투영된 레티클의 이미지 패턴을 가지는 피가공물에 대향하는 광학 소자를 포함하는 광학 시스템을 가진다. 갭은 광학 소자와 피가공물 사이에 규정되며, 액침액을 이 갭에 공급하여 그 공급된 액침액이 액침 리소그래피 공정 동안에 광학 소자와 피가공물 양자에 접촉하도록 액침액을 이 갭에 공급하도록 기능한다. 세정 공정 동안에 광학 소자로부터 흡수된 액체를 제거하기 위한 세정 디바이스가 포함된다. 세정 디바이스는 흡수된 액체, 열, 진공 상태, 초음파 진동 또는 그 흡수된 액체를 제거하기 위한 진공 기포(cavitating bubble)에 대한 친화력을 가지는 세정액을 이용한다. 세정액은 밸브와 같은 스위칭 디바이스가 제공되는 동일한 유체 인가 디바이스를 통하여 공급될 수도 있다.

대표도 - 도5



(52) CPC특허분류

B08B 3/12 (2013.01)
G03F 7/2041 (2013.01)
G03F 7/70775 (2013.01)
G03F 7/70891 (2013.01)
G03F 7/70908 (2013.01)
G03F 7/70916 (2013.01)
G03F 7/70925 (2013.01)
G03F 7/70933 (2013.01)

(72) 발명자

왓슨 더글라스 씨

미국 95008 캘리포니아주 캠벨 카메오 드라이브
1353

노박 더블유 토마스

미국 94010 힐스보로 레이크뷰 드라이브 1205

명세서

청구범위

청구항 1

액침 리소그래피에 의한 광학기기 (optics) 의 세정 방법으로서,

스테이지 상에 리소그래피용 피가공물 (workpiece) 을 위치결정하고, 상기 피가공물 위에 그리고 이것의 맞은편에 광학 소자를 가진 투영 광학기기를 위치결정하는 단계로서, 상기 광학 소자와 상기 피가공물 사이에 갭이 제공되는, 상기 위치결정 단계;

액침 리소그래피 공정 동안에 상기 액침액이 상기 광학 소자 및 상기 피가공물과 접촉하도록 상기 갭으로 상기 액침액을 공급하는 단계; 및

세정 공정 동안에 상기 광학 소자를 세정하는 단계를 포함하는 광학 기기의 세정 방법.

청구항 2

제 1 항에 있어서,

상기 세정 공정은 상기 광학 소자에 세정액을 접촉시키는 단계를 포함하며,

상기 세정액은 상기 액침액에 대한 친화력을 가지므로 상기 광학 소자에 의해 흡수된 액체를 제거하는 광학 기기의 세정 방법.

청구항 3

제 2 항에 있어서,

상기 액침액은 물이며 상기 세정액은 에탄올인 광학 기기의 세정 방법.

청구항 4

제 1 항에 있어서,

상기 세정 공정은 가열 디바이스로 하여금 상기 광학 소자를 가열시켜 상기 광학 소자에 의해 흡수된 액체를 제거하는 단계를 포함하는 광학 기기의 세정 방법.

청구항 5

제 1 항에 있어서,

상기 세정 공정은 상기 광학 소자에 대한 진공 조건을 생성하여 상기 광학 소자에 의해 흡수된 액체를 제거하는 단계를 포함하는 광학 기기의 세정 방법.

청구항 6

제 1 항에 있어서,

상기 세정 공정은 상기 광학 소자에 초음파 진동을 가함으로써 상기 광학 소자에 의해 흡수된 액체를 제거하는 단계를 포함하는 광학 기기의 세정 방법.

청구항 7

제 6 항에 있어서,

상기 초음파 진동은 상기 광학 소자용 하우징에 부착된 초음파 진동기에 의해 생성되는 광학 기기의 세정 방법.

청구항 8

제 6 항에 있어서,

상기 초음파 진동은 초음파 진동기에 의해 생성되고, 상기 갭 내의 액체를 통하여 상기 광학 소자에 전달되는 광학 기기의 세정 방법.

청구항 9

제 1 항에 있어서,

상기 세정 공정은 상기 갭으로 공급되는 액체에 진공 기포 (cavitating bubble) 를 생성하여 상기 광학 소자에 의해 흡수된 액체를 제거하는 단계를 포함하는 광학 기기의 세정 방법.

청구항 10

제 1 항에 있어서,

상기 세정 공정은,

상기 액침액 및 세정액을 상기 갭에 선택적으로 공급하는 스위칭 장치를 제공하는 단계;

액침 리소그래피 공정 동안에 상기 액침액이 상기 광학 소자와 접촉하도록 상기 피가공물 상에 상기 스위칭 장치를 통하여 상기 액침액을 공급하는 단계; 및

상기 세정액이 상기 세정 공정 동안에 상기 광학 소자와 접촉하도록 상기 스위칭 장치를 통하여 상기 갭으로 상기 세정액을 공급함으로써 상기 광학 소자를 세정하는 단계를 포함하는 광학 기기의 세정 방법.

청구항 11

제 1 항에 있어서,

상기 세정 공정은 상기 광학 소자로부터 파편 (debris) 을 제거하는 광학 세정 방법.

청구항 12

레티클을 유지하도록 배열된 레티클 스테이지;

피가공물을 유지하도록 배열된 워킹 스테이지;

조명 소스와 광학 소자를 포함하는 광학 시스템으로서, 상기 광학 시스템은 상기 워킹 스테이지 맞은 편에 있으며, 상기 광학 시스템은 상기 조명 소스로부터의 방사광에 의해 상기 피가공물상에 상기 레티클의 이미지 패턴을 투영하도록 구성되는, 상기 광학 시스템;

상기 광학 소자와 상기 피가공물 사이에 규정된 갭;

액침 리소그래피 공정 동안에 상기 광학 소자와 상기 피가공물을 접촉하고, 이들 사이에 액침액을 제공하는 유체 공급 장치; 및

세정 공정 동안에 상기 광학 소자를 세정하는 세정 장치를 포함하는 액침 리소그래피 장치.

청구항 13

제 12 항에 있어서,

상기 세정 장치는 상기 액침액에 대한 친화력을 가지는 재료를 저장하는 저장기를 포함하는 액침 리소그래피 장치.

청구항 14

제 13 항에 있어서,

상기 액침액은 물이며 상기 재료는 에탄올인 액침 리소그래피 장치.

청구항 15

제 12 항에 있어서,

상기 세정 디바이스는 상기 광학 소자를 가열하여 상기 광학 소자에 의해 흡수된 액체를 제거하는 열 발생 디바

이스를 포함하는 액침 리소그래피 장치.

청구항 16

제 12 항에 있어서,

상기 세정 디바이스는 상기 광학 소자 상에 진공 상태를 생성하여 상기 광학 소자에 의해 흡수된 액체를 제거하는 진공 디바이스를 포함하는 액침 리소그래피 장치.

청구항 17

제 12 항에 있어서,

상기 세정 디바이스는 상기 광학 소자에 초음파 진동을 가하는 초음파 진동기를 포함하는 액침 리소그래피 장치.

청구항 18

제 17 항에 있어서,

상기 초음파 진동기는 상기 광학 소자용 하우징에 부착되는 액침 리소그래피 장치.

청구항 19

제 17 항에 있어서,

상기 초음파 진동기는 상기 갭 내의 액체를 통하여 상기 광학 소자에 초음파 진동을 전달하도록 기능하는 액침 리소그래피 장치.

청구항 20

제 12 항에 있어서,

상기 세정 디바이스는 상기 갭 내의 액체에 진공 기포를 생성하는 기포 생성 디바이스를 포함하는 액침 리소그래피 장치.

청구항 21

제 11 항에 있어서,

상기 세정 장치는, 상기 액침 리소그래피 공정 동안에 상기 액침액을 상기 갭으로 선택적으로 공급하고 상기 세정 공정 동안에 세정액을 상기 갭으로 선택적으로 공급함으로써, 상기 광학 소자에 의해 흡수된 액체를 제거하는 상기 유체 공급 장치에 구비되는 스위칭 장치를 포함하는 액침 리소그래피 시스템.

청구항 22

제 12 항에 기재된 액침 리소그래피 장치로 제조된 오브젝트 (object).

청구항 23

제 12 항에 기재된 액침 리소그래피 장치에 의해 이미지가 형성되는 웨이퍼.

청구항 24

리소그래피 공정을 이용하여 오브젝트를 형성하는 방법으로서,

상기 리소그래피 공정은 제 12 항에 기재된 액침 리소그래피 장치를 이용하는 오브젝트 형성 방법.

청구항 25

리소그래피 공정을 이용하여 웨이퍼를 패터닝하는 방법으로서,

상기 리소그래피 공정은 제 12 항에 기재된 액침 리소그래피 장치를 이용하는 웨이퍼 패터닝 방법.

청구항 26

액침 리소그래피 장치에 의한 광학 소자의 세정 방법으로서,
상기 광학 소자를 액체에 액침시키는 단계; 및
세정 공정 동안에 상기 액침된 광학 소자를 세정하는 단계를 포함하는 광학 소자의 세정 방법.

청구항 27

제 26 항에 있어서,
상기 광학 소자는 상기 액침 리소그래피 장치의 투영 시스템의 일부이며,
상기 투영 시스템은 패턴 이미지를 피가공물상에 투영하도록 구성되는 광학 소자의 세정 방법.

청구항 28

제 26 항에 있어서,
상기 세정은 광에 의해 수행되는 광학 소자의 세정 방법.

청구항 29

제 28 항에 있어서,
상기 광은 자외선광인 광학 소자의 세정 방법.

청구항 30

제 28 항에 있어서,
상기 광은 상기 투영 시스템이 상기 패턴을 상기 피가공물 상에 투영하는 경우의 노광 동작 동안에 사용되는 파장을 가지는 광학 소자의 세정 방법.

청구항 31

제 26 항에 있어서,
광학 소자가 액침되는 영역으로부터 액침액을 공급 및 회수하는 단계를 더 포함하며,
상기 액침액은 상기 세정 공정 중의 액침 광학 소자 세정 동안에 공급 및 회수되는 광학 소자의 세정 방법.

청구항 32

제 31 항에 있어서,
상기 세정은 광으로 수행되는 광학 소자의 세정 방법.

청구항 33

제 32 항에 있어서,
상기 광은 자외선광인 광학 소자의 세정 방법.

청구항 34

제 33 항에 있어서,
상기 광은 노광 광인 광학 소자의 세정 방법.

청구항 35

제 31 항에 있어서,
상기 액침 리소그래피는, 피가공물을 노광광에 노광하고 상기 세정 단계 동안에 상기 광학 소자를 공급 유닛으

로부터의 액침액 내에 액침시키는, 액침액을 공급 및 수집하는 공급 및 회수 유닛을 가지는 광학 소자의 세정 방법.

청구항 36

제 1 항에 있어서,

상기 세정은 광으로 수행되는 광학 기기의 세정 방법.

청구항 37

제 36 항에 있어서,

상기 광은 자외선광인 광학 기기의 세정 방법.

청구항 38

제 36 항에 있어서,

상기 광은 상기 투영 시스템이 패턴을 상기 피가공물 상에 투영하는 경우의 노광 동작 동안에 사용되는 파장을 가지는 광학 기기의 세정 방법.

청구항 39

제 12 항에 있어서,

상기 세정은 광으로 수행되는 액침 리소그래피 장치.

청구항 40

제 39 항에 있어서,

상기 광은 자외선광인 액침 리소그래피 장치

청구항 41

제 39 항에 있어서,

상기 광은 상기 투영 시스템이 패턴을 상기 피가공물상에 투영하는 경우의 노광 동작 동안에 사용되는 파장을 가지는 액침 리소그래피 장치.

발명의 설명

기술 분야

[0001] 본 명세서는 2003년 4월 11일에 출원된 미국 가출원 제 60/462,556 호 및 2003년 6월 27일 출원된 미국 가출원 제 60/482,913 호에 대한 우선권을 주장하며, 이들은 그 전체가 여기에 참조로 포함된다.

[0002] 본 발명은 액침 리소그래피 시스템에 관련된 것으로, 좀더 구체적으로 말하면, 액침 리소그래피 공정에서 물에 접촉하여 물을 흡수하는 광학소자를 세정하기 위한 시스템 및 방법에 관한 것이다.

배경 기술

[0003] 액침 리소그래피 시스템은, 웨이퍼와 같은 피가공물 (workpiece) 과 이 피가공물에 레티클 (reticle) 이미지를 투영하는 광학 시스템의 최종단인 광학소자 사이의 공간에 액체를 공급하는데 사용되며, 이에 대한 일반적인 배경기술 및 그에 연관된 연구사항들은 W099/49504에 잘 설명되어 있고 여기서는 참조문으로 포함시킨다. 이 령게 공급되는 액체에 의해 광학 시스템의 성능 및 노출의 품질이 향상된다.

[0004] 위에서 공급되는 액체는 다른 파장의 광에 대해서는 다른 종류의 액체가 필요할 수 있으나 193nm 파장의 빛에 대해서는 물을 이용할 수도 있다. 광학 시스템의 최종단인 광학소자가 액체에 노출되기 때문에 액체의 일부가 흡수될 가능성이 있다. 이런 가능성은 광학 시스템의 최종단인 광학소자가 렌즈일 경우 이 렌즈의 재료로서 리소그래피 시스템에서는 불화칼슘 (calcium fluoride) 이 흔히 사용되는데 이 물질은 주변환경으로부터

물을 흡수하기 쉬운 흡습성 재료이기 때문에 특히 가능성이 높다.

[0005] 흡수된 물은 몇 가지 문제를 일으킬 수 있다. 첫째, 렌즈를 팽창시켜 렌즈의 기하학적 형상을 변화시키거나 렌즈의 굴절특성을 변화시켜 렌즈에 의해 투영되는 이미지의 질을 저하시킬 수도 있다. 둘째, 화학작용에 의해 렌즈의 질을 장기간 저하시킬 수도 있다.

[0006] 기존의 대기 액침 노출 리소그래피 시스템에서는, 광학소자들을 세정하는 경우와 같이 유지보수작업을 위해 광학 소자들이 분리가능하도록 제작되어야 한다. 그러나, 광학소자를 제거하고 세정한 후 재세정하거나 새것으로 교체하는 것은 번거롭고 시간이 소요되는 작업이다.

발명의 내용

해결하려는 과제

[0007] 따라서, 본 발명의 목적은 흡수되는 물의 양을 임계 레벨에 도달하지 못하게 하고 이미지의 저하 및 장기간의 렌즈 손상을 방지할 수 있도록 렌즈로부터 물을 주기적으로 제거하기 위한 시스템 및 방법을 제공하는 것이다.

[0008] 본 발명의 또 다른 목적은 액침 리소그래피 장치의 광학소자를 유지보수하는 시스템 및 방법을 제공함으로써 광학소자의 유효 수명을 개선시키는 것이다.

과제의 해결 수단

[0009] 본 발명의 액침 리소그래피 장치는, 레티클을 유지하도록 배열되는 레티클 스테이지, 피가공물을 유지하도록 배열되는 워킹 스테이지, 광학 소자와 피가공물 사이에 갭 (gap) 을 규정하면서 조명 소스로부터의 방사광에 의해 레티클 이미지 패턴을 피가공물 상부에 투영하는, 피가공물 맞은 편에 조명 소스 및 광학소자를 포함하는 광학 시스템, 및 액침 리소그래피 공정 동안에 광학소자와 피가공물을 접촉하고 이 광학소자와 피가공물 사이에 액침액을 제공하는 액체공급장치를 구비한다. 또한, 이 장치는 광학소자를 세정하는 세정 디바이스를 구비한다.

본 명세서 전반에 걸쳐서, "세정" 이란 용어는 광학소자에 흡수된 액침액을 제거한다는 의미와 함께 먼지, 파편 (debris), 염분 등을 제거한다는 의미로 병용하기로 한다.

[0010] 많은 다른 종류의 전술한 세정 디바이스가 본 발명의 범위 내에 사용될 수도 있다. 예를 들면, 세정 디바이스는 광학소자에 접촉되는 액침액에 대해 친화력을 가지는 세정액을 구비할 수 있다. 액침액이 물인 경우, 세정액으로서 에탄올을 사용할 수 있다. 또 다른 예로, 세정 디바이스는 광학소자를 가열하는 열 발생 디바이스 및/또는 광학소자를 진공상태로 만드는 진공 디바이스를 구비할 수 있다.

[0011] 흡수된 물을 제거하기 위해 초음파 진동기를 사용할 수도 있다. 압전 변환기와 같은 초음파 진동기를 광학소자의 하우징에 부착하거나 광학소자의 맞은 편에 배치하여 갭에 유지되는 액체를 통하여 진동을 광학소자에 전달할 수도 있다.

[0012] 또 다른 방법으로는, 진공 기포 (cavitating bubble) 를 이용하여 흡수된 액체를 제거할 수 있다. 핀 (fin) 이 달린 패드를 사용하여 이 패드와 광학소자 사이의 갭에 유지되는 액체에 진공 기포를 생성할 수도 있다.

[0013] 본 발명의 또 다른 실시형태에 따르면, 피가공물과 광학 디바이스 사이의 갭에 액침액을 공급하는 노즐은, 스위치 밸브와 같은 흐름 경로 스위칭 장치를 제공함으로써 세정액을 교대로 공급하는데 사용될 수도 있다.

발명의 효과

[0014] 본 발명의 시스템 및 방법에 있어서, 광학소자를 분리 세정할 필요가 없기 때문에 세정과정이 매우 용이하고 신속하게 이루어지며 이러한 세정공정에 의해 광학소자의 유효수명을 개선시킬 수 있다.

도면의 간단한 설명

[0015] 본 발명과 그 목적 및 이점은 첨부된 도면과 함께 설명된 부분을 참고하면 가장 잘 이해할 수 있다.

도 1 은 본 발명의 시스템 및 방법이 적용되는 액침 리소그래피 장치의 개략적인 단면도이다.

도 2 는 본 발명에 따른 도 1 에 도시된 장치를 사용하여 반도체 디바이스를 제조하는 예시적인 공정을 설명하는 공정 흐름도이다.

도 3 은 본 발명에 따른 반도체 디바이스의 제조시에, 도 2 에 도시된 웨이퍼 처리 단계의 흐름도이다.

도 4 는 도 1 의 액침 리소그래피 장치의 일부에 대한 측면을 보여주는 개략도이다.

도 5 는 세정 디바이스로서 기능하도록 초음파 변환기가 장착되는 또 다른 액침 리소그래피 장치의 일부에 대한 개략적인 측면도이다.

도 6 은 광학 시스템 아래쪽에 압전 세정 디바이스를 가지는 또 다른 액침 리소그래피 장치의 일부에 대한 개략적인 측면도이다.

도 7 은 압전 디바이스의 일례에 대한 개략적인 사선도이다.

도 8 은 세정 디바이스로서 두 개가 서로 부착된 압전 평면 부재를 가지는 또 다른 액침 리소그래피 장치의 일부에 대한 개략적인 측면도이다.

도 9 는 세정 디바이스로서 기포생성 패드를 가지는 또 다른 액침 리소그래피 장치의 일부에 대한 개략적인 측면도이다.

도 10 은 액체공급 디바이스 내에 포함된 스위칭 디바이스를 갖는 또 다른 액침 리소그래피 장치의 일부에 대한 개략적인 측면도이다.

명세서 전반에 걸쳐서, 유사하거나 동등한 구성요소들은 다른 도면들에서 동일한 심볼 및 도면부호로 표시되며, 설명을 간략하게 하기 위하여 반복적으로 설명되지 않을 수도 있다.

발명을 실시하기 위한 구체적인 내용

[0016] 도 1 은 본 발명의 세정방법 및 시스템이 적용되는 액침 리소그래피 장치 (100) 를 나타내고 있다.

[0017] 도 1 에 나타난 바와 같이, 액침 리소그래피 장치 (100) 는, 엑시머 레이저 장치와 같은 광 소스, 광학 인테그레이터 (또는 호모지나이저) 및 렌즈를 포함하고 248nm을 파장을 갖는 펄스형 자외선광 (IL) 을 방출하여 레티클 (R) 의 패턴에 입사시키는 조명 광학 유닛 (1) 을 구비한다. 레티클 (R) 의 패턴은 텔레센트릭 광 투영 유닛 (PL) 를 통하여 (1/4 또는 1/5와 같은) 소정의 배율로 포토레지스트에 의해 코팅된 웨이퍼 (W) 상에 투영된다. 상기 펄스형태의 광 (IL) 은 193nm 파장의 ArF 엑시머 레이저광, 157nm 파장의 F₂ 레이저광 또는 365nm 파장의 i-라인 수은램프일 수도 있다. 이하, 리소그래피 장치 (100) 의 구조 및 기능을 설명하는데 있어 도 1 에 나타난 바와 같은 X-축, Y-축 및 Z-축을 갖는 좌표 시스템을 참조하여 방향을 설명한다. 개시 및 설명의 편의를 위하여, 도 1 에서 광 투영 유닛 (PL) 은 웨이퍼 (W) 의 맞은편에 배치되는 최종단인 (렌즈와 같은) 광학소자 (4) 와 이 광학소자를 제외한 나머지 구성요소를 포함하는 실린더형 하우징 (3) 으로만 나타냈다.

[0018] 레티클 (R) 은 레티클 (R) 을 X축 방향, Y축 방향, 및 Z축 주위의 회전 방향으로 이동시키는 메커니즘을 포함하는 레티클 스테이지 (RST) 에 의해 지지된다. 레티클 스테이지 (RST) 상의 레티클 (R) 의 2차원 위치 및 방위는 레이저 간섭계 (미도시함) 에 의해 실시간으로 검출되며, 이와 같이 행해진 검출에 기초하여 주 제어 유닛 (14) 은 레티클 (R) 을 위치결정한다.

[0019] 웨이퍼 (W) 는 웨이퍼 (W) 의 경사각 및 결상 위치 (Z-축을 따름) 를 제어하기 위하여 Z-스테이지 (9) 상의 웨이퍼 홀더 (미도시함) 에 의해 유지된다. Z-스테이지 (9) 는 XY-스테이지 (10) 에 부착되며, XY-스테이지 (10) 는 광 투영 유닛 (PL) 의 이미지 형성면에 실질적으로 평행한 XY-평면에서 이동하도록 구성되어 있다. XY-스테이지 (10) 는 베이스 (11) 상에 놓여진다. 이런 식으로, Z-스테이지 (9) 는 자동 결상 (autofocusing) 및 자동평형유지법 (auto-leveling method) 에 의해 웨이퍼 (W) 의 경사각과 결상 위치 (Z-축을 따름) 를 조절함으로써 광 투영 유닛 (PL) 의 이미지 표면과 웨이퍼 표면을 일치시키고, XY-스테이지 (10) 는 X 축 및 Y 축 방향으로 웨이퍼 (W) 의 위치를 조절하도록 기능한다.

[0020] Z-스테이지 (9) (이하 웨이퍼 (W) 로도 칭함) 의 2차원 위치 및 방위는 Z-스테이지 (9) 에 부착되는 이동형 미러 (12) 에 관하여 또 다른 레이저 간섭계 (13) 에 의해 실시간 모니터링된다. 이러한 모니터링 결과에 기초한 제어 데이터가 주 제어 유닛 (14) 로부터 스테이지 구동 유닛 (15) 으로 전송되며, 스테이지 구동 유닛 (15) 은 수신된 제어 데이터에 따라 Z-스테이지 (9) 및 XY-스테이지 (10) 의 움직임을 제어하도록 되어 있다. 노출 시점이 되면, 스텝 앤 리피트 루틴이나 스텝 앤 스캔 루틴을 통해 레티클 (R) 상의 패턴을 따라 웨이퍼 (W) 의 서로 다른 노출위치에 투영광을 순차적으로 이동시킨다.

[0021] 도 1 에서 설명하고 있는 리소그래피 장치 (100) 는 액침 리소그래피 장치이므로, 적어도 레티클 (R) 상의 패턴

이미지가 웨이퍼 (W) 상에 투영되는 동안에는 웨이퍼 (W) 의 표면과 광 투영 유닛 (PL) 의 최종단인 광학소자 (4) 의 하부표면 사이의 공간 ("갭") 에 물과 같은 소정의 액체 (7) (또는 "액침액") 을 채우는데 적합하게 되어 있다.

[0022] 광 투영 유닛 (PL) 의 최종단인 광학소자 (4) 는 실린더형 하우징 (3) 에 분리가능한 방식으로 부착될 수도 있으며 하우징 (3) 이 보통 금속재를 포함하므로 부식될 우려가 있어 최종단인 광학소자 (4) 에만 액체 (7) 가 접촉되고 실린더형 하우징 (3) 에는 액체 (7) 가 접촉되지 않도록 설계된다.

[0023] 액체 (7) 는 탱크, 압력펌프 및 온도조절기 (개별적으로 도시하지 않음) 를 포함하는 액체공급유닛 (5) 으로부터 온도조절된 상태로 웨이퍼 (W) 상부의 공간으로 공급되고 액체회수유닛 (6) 에 의해 수집된다. 액체 (7) 의 온도는 리소그래피 장치 (100) 자체가 위치하고 있는 챔버 내의 온도와 거의 동일한 수준으로 조절된다. 도면 부호 21 은 액체공급유닛 (5) 으로부터 액체 (7) 가 공급되는 공급용 노즐을 가리킨다. 도면 부호 23 은 액체 (7) 가 액체회수유닛 (6) 내로 수집되는 회수용 노즐을 가리킨다. 그러나, 본 발명의 세정방법 및 장치가 적용될 수 있는 액침 리소그래피 장치의 범위는 위에서 설명한 도 1 의 구조로 제한되지 않는다. 즉, 본 발명의 세정방법 및 장치는 많은 다양한 종류의 액침 리소그래피 장치에 적용될 수 있다. 특히, 광 투영 유닛 (PL) 주위의 공급용 노즐 (21) 및 회수용 노즐 (23) 의 개수와 배열은 액침액 (7) 의 원활한 흐름과 신속한 회수를 위해 다양한 방식으로 설계될 수도 있다.

[0024] 오염물, 파편 등과 함께, 흡습성 재료로 이루어지는 최종단인 광학소자 (4) 에 의해 일부 흡수되는 물과 같은 액체 (7) 를 제거하는 본 발명의 구현방법을 이하 도 1 과 도 4 를 참조하여 설명한다. 도 1 에 나타난 바와 같이, 액체 (7) 가 존재하는 상태에서 조명 광학 유닛 (1) 로부터 광 투영 유닛 (PL) 을 통해 광이 웨이퍼 (W) 에 노광되고 나면, 도 4 에 나타난 바와 같이 광 투영 유닛 (PL) 바로 밑의 액체 (7) 는 제거되고 최종단인 광학소자 (4) 에 세정 디바이스 (30) 가 접촉된다. 이동가능한 세정장치의 경우, 도 4 에 나타난 바와 같이, Z-스테이지 (9) 위에 세정 디바이스 (30) 를 올려놓거나 전술한 웨이퍼 홀더에 웨이퍼 (W) 대신 세정 디바이스 (30) 를 올려놓을 수 있다.

[0025] 본 발명을 위해 다양한 형태와 다양한 종류의 세정 디바이스 (30) 가 사용될 수 있다. 첫 번째 예로서, 세정 디바이스 (30) 는 광학소자 (4) 에 의해 흡수된 액침액 (7) 과 친화력이 매우 강한 액체 ("세정액") 를 담고 있는 용기일 수도 있다. 액침액 (7) 이 물인 경우, 에탄올이 물에 대하여 강한 친화력을 가지므로 에탄올을 함유할 수도 있다. 제거될 액체와 친화력이 충분히 강하고 광학소자 (4) 또는 광학소자의 코팅에 손상을 주지 않는다면 어떠한 세정액도 사용될 수 있다. 광학소자 (4) 의 하부표면은 흡수된 액체의 레벨을 저감시키기 위해 충분히 오랜 시간동안 세정액 속에 담겨진다. 그런 후 세정 디바이스 (30) 가 제거되며 광학소자 (4) 는 다시 액체 (7) 에 노광될 준비가 된다.

[0026] 또 다른 예로서, 세정 디바이스 (30) 는 열 발생 디바이스 및/또는 진공 디바이스 (개별적으로 도시하지 않음) 를 포함할 수 있다. 광학소자 (4) 의 표면에 열과 진공상태를 조합해서 가하면 흡수된 액체는 증기상태로 상변환이 되거나 표면으로부터 증발된다. 광학소자 (4) 표면의 액체 농도가 저감되면 광학소자 (4) 내에 갇혀 있던 흡수된 액체 (7) 는 광학소자 (4) 의 표면 쪽으로 끌려 나오게 된다.

[0027] 도 5 는 세 번째 예를 나타내며 광 투영 유닛 (PL) 의 하우징 (3) 에 부착되는 초음파 변성기 (32) (또는 초음파 진동기) 가 사용된다. (압전변형 변성기와 같은) 초음파 변성기 (32) 가 작동되면서 압력파가 발생 및 전파되어 광학소자 (4) 의 표면이 세정된다.

[0028] 도 5 의 세정작용이 이루어지는 동안, 광학소자 (4) 에 인접한 갭에는 액침액 (7) 으로 채워진다. 이 경우, 공급노즐과 회수노즐이 계속해서 액침액 (7) 을 공급 및 수집할 수도 있고, 액침액 (7) 의 공급과 수집을 중단할 수도 있다. 또한 세정작용이 이루어지는 동안 광학소자 (4) 는 웨이퍼 (W) 표면, Z-스테이지(9) 표면 또는 다른 부품의 표면 쪽을 향할 수 있다.

[0029] 도 6 은 네 번째 예로서 세정될 광학소자 (4) 의 하부에 진동 톨 (34) 이 사용된다. 진동 톨 (34) 은 웨이퍼 (W) 와 거의 동일한 두께이거나 약 0.5mm-1mm 두께의 웨이퍼 (W) 형태일 수 있으며, 작동시 그 두께부위가 파동치도록 전체를 압전 재료로 만들 수 있다. 진동 톨 (34) 은 도 1 에 나타난 웨이퍼 (W) 처럼 광학소자 (4) 의 하부에 배치하고 광학소자 (4) 와 진동 톨 (34) 사이의 갭에는 액체 (7) 가 채워지므로, 액침액 (7) 내에서 압력파가 발생되어 광학소자를 세정한다.

[0030] 도 6 의 세정작용이 이루어지는 동안, 광학소자 (4) 에 인접한 갭에는 액침액 (7) 으로 채워진다. 이 경우, 공급노즐과 회수노즐이 계속해서 액침액 (7) 을 공급 및 수집할 수도 있고, 또는 액침액 (7) 의 공급과 수집을

중단할 수도 있다. 또 다른 예로서, 진동 톨 (34) 은 Z-스테이지 (9) 상의 웨이퍼 홀더나 다른 부품에 부착되는 초음파 변성기가 될 수 있다.

[0031] 도 7 은 또 다른 톨 (36) 을 나타내고, 복수 개의 압전 변환기 (38) 가 평면형 지지 부재 (39) 에 의해 지지되며 선택적 구조로 되어 있다.

[0032] 도 8 은 세정 디바이스의 또 다른 예를 나타내며 압전 재료로 이루어진 2 개의 평면형 부재 (40) 가 서로 맞대어 부착되고 서로에 대해 180° 만큼 위상을 달리하여 서로 평행하게 진동하도록 되어 있다. 그 결과, 서로 부착된 이 부재 (40) 는 상당히 과장되지만 도 8 에 나타난 바와 같이 횡방향으로 진동하게 된다. 진동에서 는 부재 (40) 가 변위를 일으키지 않는 노드 포인트 (node point) 가 일정한 간격으로 존재한다. 지지 부재 (41) 상의 이런 노드 포인트에서 부재 (40) 가 지지된다. 위에서 설명한 모드에서 진동을 발생시키기 위해 이들 부재 (40) 에 전압을 인가하면, 이에 의해 초음파 압력파가 발생되고 액체 (7) 를 통해 전파되어 바라는 바와 같이 광학소자 (4) 가 세정된다.

[0033] 도 9 는 액체 제거 시스템의 또 다른 예를 나타내며 진공 기포 생성을 통해 광학소자 (4) 를 세정하는 것을 특징으로 한다. 가두어진 상태에서 초음파에 의해 에너지가 가해지는 진공 기포는 고온, 고압의 마이크로 반응기이며 이 기포들의 내과적 압축에 의해 방출되는 강렬한 에너지는 분자들도 떼어낼 수 있다. 도 9 에 나타난 예는 위쪽으로 돌출한 핀 (fin) 을 가지는 패드 (43) 와 광학소자 사이의 갭에 기포 발생액 (17) 이 채워진 상태에서 광학소자 (4) 아래쪽에서 화살표로 나타난 바와 같이 횡방향으로 빠르게 움직이는 패드 (43) 를 포함하는 것을 특징으로 한다(패드 (43) 를 움직이기 위한 수단은 미도시). 패드 (43) 가 이런 식으로 움직이면, 핀이 액체 (7) 를 휘저어 진공 기포를 발생시킴으로써 광학소자를 세정하는 효과를 갖는다.

[0034] 도 10 은 최종단인 광학소자 (4) 를 세정하는 문제에 대한 다른 접근법을 나타내며 액침액 (7) 을 공급하는데 사용되는 것과 동일한 소스 노즐 (21) 을 사용하여 광학소자의 하부표면에 세정액을 공급한다. 이를 위해 공급노즐 (21) 과 액체공급 유닛 (5) 사이에 스위치 밸브 (25) 를 삽입함으로써 공급노즐 (21) 을 통해 액침액 (7) 과 세정액이 선택적으로 공급될 수 있게 된다.

[0035] 또한, 본 발명에 따른 세정방법 및 시스템은 다양한 종류와 형태, 가령, 상이한 개수의 소스 노즐을 가지는 액침 리소그래피 장치에 적용할 수 있다. 위에서 설명한 바와 같은 스위치 밸브는 반드시 소스 노즐 각각에 대해 제공될 필요는 없으며, 소스노즐 일 그룹에 대해 제공될 수도 있다.

[0036] 위와 같은 방식으로 공급노즐 (21) 을 통해 세정액을 공급하는 경우 광학소자 (4) 의 아래쪽에 웨이퍼 (W) 자체를 놓거나 적합한 종류의 패드 (18) 를 놓아 그 사이 공간에 적절한 갭이 제공될 수 있다. 이와 같은 본 발명의 실시형태는 액침액 공급용으로 이미 존재하는 동일한 노즐을 세정과정에 이용할 수 있으므로 이점이 있다.

[0037] 이상에서 다양한 방법을 개별적으로 설명하였으나, 도면에 개별적으로 나타내지 않았을 지라도 그와 같은 방법들을 조합해서 사용할 수도 있다. 예를 들어, 도 10 의 패드 (18) 대신 도 9 에 나타난 핀을 갖는 패드 (43) 가 사용될 수 있다. 즉, 위에서 설명한 예들에 의해 본 발명의 범위가 한정되지는 않으며, 본 발명의 범위 내에서 수많은 변경과 변형이 가능하다. 예를 들면, 화학 기계적 연마법에서 사용되는 것과 유사한 연마 패드가 이와 같은 목적으로 사용될 수 있다. 도 4 내지 10 에 나타난 세정과정이 자외선광으로 수행될 수 있다. 이 광은 광학소자 (4) 를 조사할 수도 있다. 이 광은 조명 광학 유닛 (1) 로부터 나오는 통상의 노광 광일 수도 있고, 세정목적에 적절한 파장을 갖는 몇 가지 다른 광이 될 수도 있다. 또 다른 예에서는, 도 4 내지 10 에 나타난 세정과정 없이 세정목적으로 자외선광이 사용될 수 있으며, 광학소자 (4) 에 인접한 갭에 액체공급 유닛 (5) 으로부터의 액침액 (7) 이 채워지는 조건하에 사용될 수 있다. 본 분야에 기술이 있는 사람에게 명확한 이와 같은 모든 변경 예와 변형 예는 본 발명의 범위에 속한다.

[0038] 또한, 축적될 수 있는 염분, 침전물, 오염물 및 파편 (debris) 뿐만 아니라 최종 스테이지 광학 소자에 의해 흡수되는 액침액을 제거하는 상술한 세정 방법이 있다. 따라서, 세정이라는 용어는 여기에서 이 현상들 모두를 지칭한다.

[0039] 도 2 는 본 발명을 구현하는 액체 분사기 (jet) 와 회수 시스템을 포함하는 액침액 장치를 이용함으로써 반도체 디바이스를 제조하는 방법을 설명하기 위하여 다음으로 참조된다. 단계 (301) 에서, 디바이스의 기능 및 성능 특징을 설계한다. 다음으로, 단계 (302) 에서, 이전 설계 단계에 따라 패턴을 갖는 마스크 (레티클) 를 설계하고, 동시에 단계 (303) 에서, 웨이퍼를 실리콘 재료로 형성한다. 단계 (304) 에서, 단계 (302) 에서 설계된 마스크 패턴을, 상술한 시스템들과 같은 상술한 포토리소그래피 시스템에 의해 단계 (303) 로부터의 웨이퍼 상에 노광한다. 단계 (305) 에서, 반도체 디바이스를 조립 (다이싱 공정, 본딩 공정, 및 패키징 공정

을 포함함) 하고, 최종적으로, 단계 (306) 에서 디바이스를 검사한다.

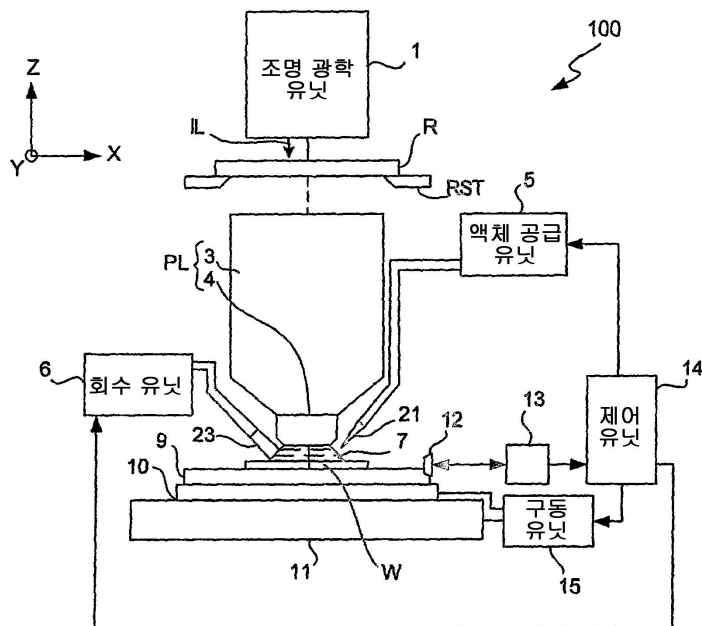
[0040] 도 3 은 반도체 디바이스를 제조하는 경우에 상술한 단계 (304) 의 상세한 흐름도의 일례를 나타낸다. 단계 (311; 산화 단계) 에서, 웨이퍼 표면이 산화된다. 단계 (312; CVD 단계) 에서, 웨이퍼 표면 상에 절연막을 형성한다. 단계 (313; 전극 형성 단계) 에서, 증기 증착에 의해 웨이퍼 상에 전극을 형성한다. 단계 (314; 이온 주입 단계) 에서, 이온을 웨이퍼 내에 주입한다. 상술한 단계들 (311 내지 314) 은 웨이퍼 처리 동안 웨이퍼를 위한 전처리 단계들을 형성하고, 처리 조건에 따라 각 단계에서 선택을 행한다.

[0041] 웨이퍼 처리의 각 스테이지에서, 상술한 전처리 단계들을 완료하였을 때, 다음의 후처리 단계들을 실행한다. 후처리 동안, 먼저, 단계 (315; 포토레지스트 형성 단계) 에서, 포토레지스트를 웨이퍼에 도포한다. 다음으로, 단계 (316; 노광 단계) 에서, 상술한 노광 디바이스를 이용하여 마스크 (레티클) 의 회로 패턴을 웨이퍼에 전사한다. 그 후, 단계 (317; 현상 단계) 에서, 노광된 웨이퍼를 현상하고, 단계 (318; 에칭 단계) 에서, 잔여 포토레지스트 이외의 부분들 (즉, 노광된 재료 표면) 을 에칭에 의해 제거한다. 단계 (319; 포토레지스트 제거 단계) 에서, 에칭후 남아있는 불필요한 포토레지스트를 제거한다. 이들 전처리 및 후처리 단계들을 반복함으로써 복수의 회로 패턴을 형성한다.

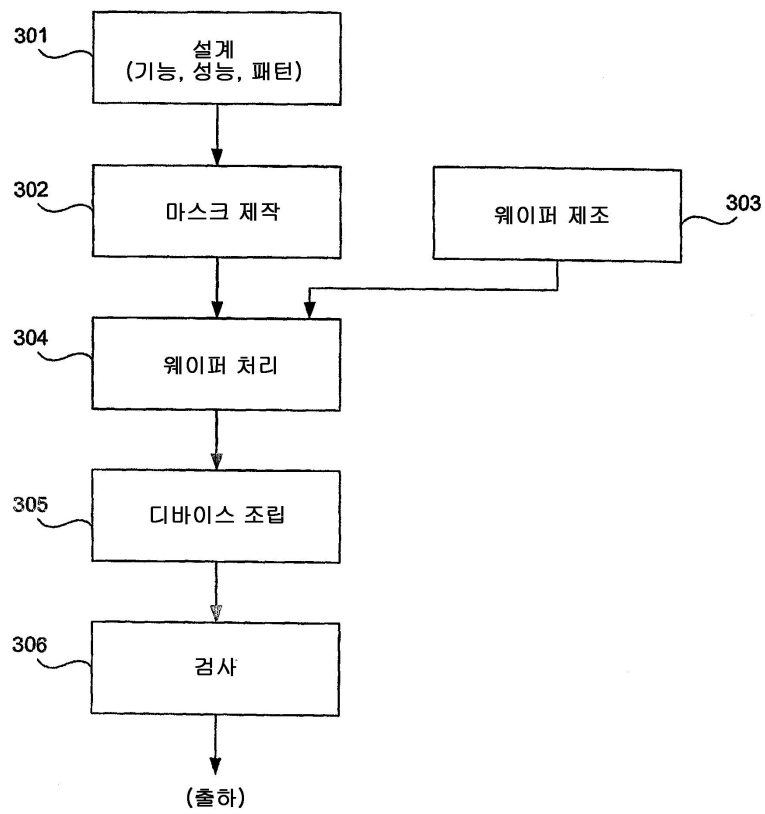
[0042] 본 발명의 리소그래피 시스템을 일부 바람직한 실시형태들에 의해 설명하였지만, 본 발명의 범위 내에 있는 변경물, 치환물, 및 여러 가지 대체 등가물들이 존재한다. 또한, 본 발명의 방법 및 장치를 구현하는 많은 다른 방법들이 있다. 따라서, 다음의 첨부된 청구항들은 본 발명의 진정한 사상 및 범위 내에 있는 모든 이러한 변경물, 치환물, 및 여러 가지 대체 등가물을 포함하는 것으로 해석되어야 한다.

도면

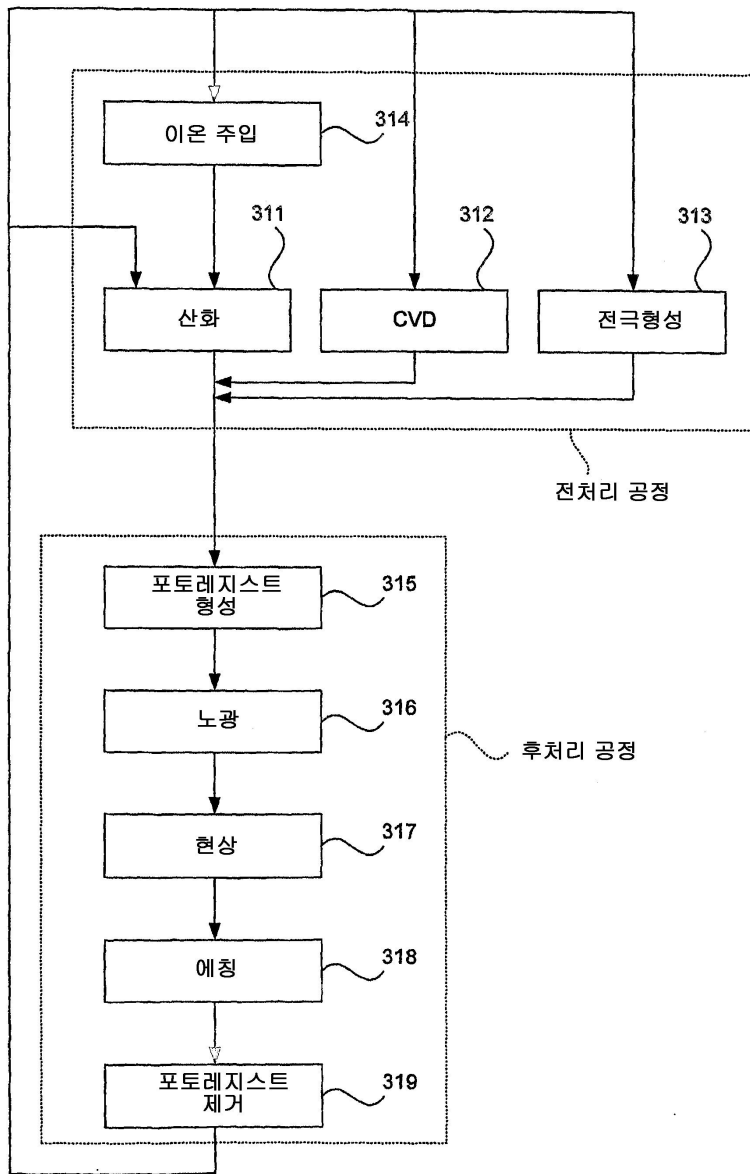
도면1



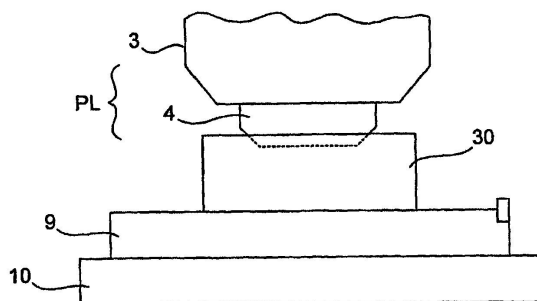
도면2



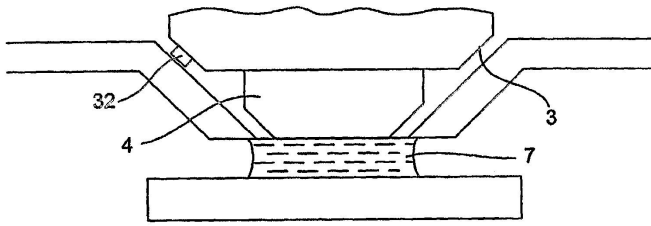
도면3



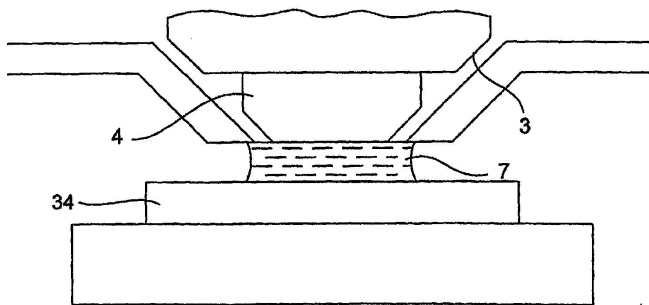
도면4



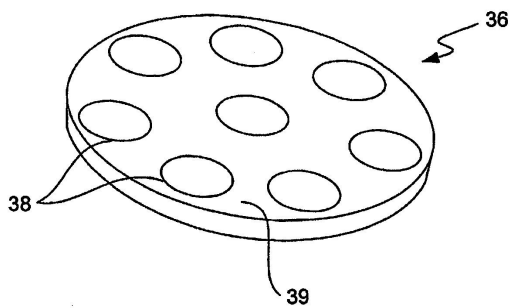
도면5



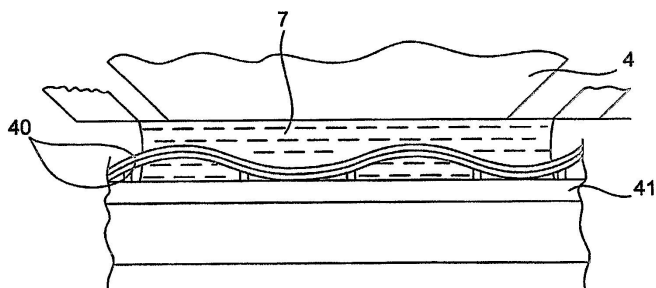
도면6



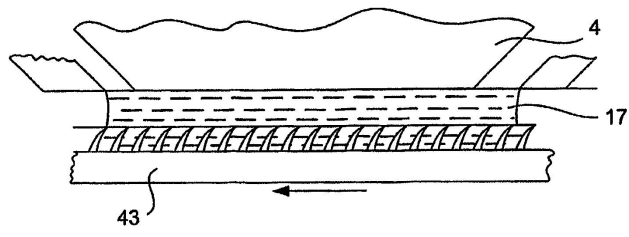
도면7



도면8



도면9



도면10

