



(19) 대한민국특허청(KR)
(12) 등록특허공보(B1)

(45) 공고일자 2011년07월19일
(11) 등록번호 10-1050287
(24) 등록일자 2011년07월12일

(51) Int. Cl.

H01L 21/027 (2006.01)

(21) 출원번호 10-2005-7022510

(22) 출원일자(국제출원일자) 2004년05월28일

심사청구일자 2008년12월23일

(85) 번역문제출일자 2005년11월25일

(65) 공개번호 10-2006-0006092

(43) 공개일자 2006년01월18일

(86) 국제출원번호 PCT/EP2004/005816

(87) 국제공개번호 WO 2004/107048

국제공개일자 2004년12월09일

(30) 우선권주장

103 24 477.8 2003년05월30일 독일(DE)

(56) 선행기술조사문현

JP10303114 A

US20040169836 A1

전체 청구항 수 : 총 11 항

심사관 : 설관식

(54) 마이크로리소그래픽 투사 노출 장치

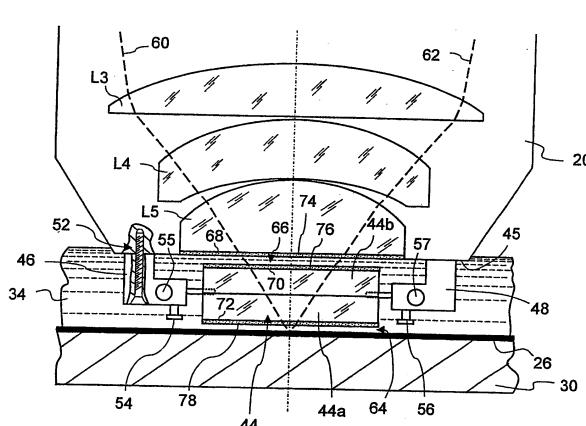
(57) 요 약

마이크로리소그래픽 투사 노출 시스템은 투사대물렌즈의 대상 평면(22)에 배치될 수 있는 망선(24)이 투사대물렌즈의 이미지 평면(28)에 배치되는 수 있는 광감지 층(26) 위에 이미지를 생성할 수 있는 투사광(13)과 투사대물렌즈(20; 220; 320; 420; 520; 620; 720; 820; 920; 1020; 1120)를 생성하는 조명 장치(12)를 포함한다

투사대물렌즈는 이미지측면상의 투사대물렌즈의 최종 렌즈(L5; L205; L605; L705; L805; L905; L1005; L1105)가 침지 액체(34; 334a; 434a; 534a)에 잠기도록 하는 침지 작동을 위해 설계된다.

투사광(13)에 대해 투명한 단말 요소(44; 244; 444; 544; 644; 744; 844; 944; 1044; 1144)는 이미지 측면상의 최종렌즈와 광감지 층 사이에 고정된다.

대 표 도 - 도2



(72) 발명자

말만, 죄르그

독일, 보파드 56154, 휘텐베그 12

울리히, 빌헬름

독일, 아렌 73434, 레데라헤리니그 44

로스탈크시, 한스-쥐르겐

독일, 아렌 73434, 디트리히-본호퍼-슈트라쎄 9

특허청구의 범위

청구항 1

- a) 투사광(13)을 발생시키기 위한 조명 장치(12),
- b) 침지액체,
- c) 광감지층(26)상의 망선에 상을 형성하는 투사대물렌즈(220)로 구성되고,

상기 투사대물렌즈가

- 최종렌즈(L205)와
 - 투사광(13)에 대해 투명하고, 광감지층(26)과 최종렌즈(L205)사이에 배치되며, 침지액체(34)내에 잡기는 이미지-측 표면(272)을 가지는 단말요소(244)를 포함하고,
- 상기 이미지-측 표면(272) 또는 그위에 적용된 보호층(278)이 물질의 국지적 제거로 과면에러를 정정하도록 재작업되는 것을 특징으로 하는 마이크로리소그래픽 투사 노출장치.

청구항 2

- a) 투사광(13)을 발생시키기 위한 조명 장치(12)
- b) 광감지층상의 망선에 이미지를 형성하기 위한 투사대물렌즈(20; 220; 620; 1120)
- c) 침지액체(34) 및
- d) 침지액체(34)에 대해 불침투성을 가지고 침지액체(34)와 접촉하는 하나이상의 표면(70, 72, 272)에 적용되는 보호층(76, 78; 278)을 포함하는 것을 특징으로 하는 마이크로리소그래픽 투사 노출장치.

청구항 3

제 2항에 있어서, 상기 하나이상의 표면이 투사대물렌즈의 최종렌즈(L5; L205; L1005; L1105)의 이미지-측 표면(68)인 것을 특징으로 하는 마이크로리소그래픽 투사 노출장치.

청구항 4

제 2항에 있어서, 상기 하나이상의 표면이 투사광(13)에 대해 투명하고 투사대물렌즈(20; 220)의 최종렌즈(L5; L205)와 광감지층(26)사이의 단말요소(44; 244)의 이미지-측 표면(72; 272)이고, 상기 이미지-측 표면(72; 272)이 침지액체(34)에 잡기는 방법으로 배치되는 것을 특징으로 하는 마이크로리소그래픽 투사 노출장치.

청구항 5

제 2항에 있어서, 상기 보호층(76, 78; 278)이 98%이상의 압축도를 가지는 것을 특징으로 하는 마이크로리소그래픽 투사 노출장치.

청구항 6

제 2항에 있어서, 상기 침지액체가 광감지층(26)과 접촉하는 것을 특징으로 하는 마이크로리소그래픽 투사 노출장치.

청구항 7

- a) 투사광(13)을 발생시키는 조명장치(12),
 - b) 광감지층(26)상의 망선에 이미지를 형성하도록 투사대물렌즈(20; 220; 620; 720; 1020; 1120)를 포함하여 구성되고,
- 상기 투사대물렌즈가,
- 최종 렌즈(L5; L205; L605; L705; L1005; L1105)와
 - 투사광(13)에 대해 투명하고 최종 렌즈(L5; L205; L605; L705; L1005; L1105)와 광감지 층(26) 사이에 배치

되고 최종 렌즈(L5; L205; L605; L705; L1005; L1105)에 대한 위치가 조절가능하도록 장착되는 단말 요소(44; 244; 644; 744; 1044)를 포함하는 것을 특징으로 하는 마이크로리소그래픽 투사 노출장치.

청구항 8

제 7항에 있어서, 상기 단말 요소(44; 244; 644; 744; 1044)를 투사대물렌즈(20; 220; 620; 720; 1020; 1120)의 이미지 측면 단부면(45)에 조절가능하게 부착하기 위한 조절가능한 고정요소(46, 48)를 포함하는 것을 특징으로 하는 마이크로리소그래픽 투사 노출장치.

청구항 9

제 8항에 있어서, 상기 고정요소(46, 48)가 미세조절드라이브(54, 55, 56, 57)를 포함하는 것을 특징으로 하는 마이크로리소그래픽 투사 노출장치.

청구항 10

제 7항에 있어서, 상기 단말요소(44; 244; 644; 744; 1044)의 이미지-측 표면(72; 272)이 침지액체(34) 내에 잠기는 것을 특징으로 하는 마이크로리소그래픽 투사 노출장치.

청구항 11

제 7항에 있어서, 상기 단말요소가 침지액체(34) 내에 잠기는 이미지-측 표면(272)을 가지고 상기 이미지-측 표면(272) 또는 그위에 적용된 보호층(278)이 물질의 국지적 제거로 파면에러를 정정하기 위해 재작업되는 것을 특징으로 하는 마이크로리소그래픽 투사 노출장치.

청구항 12

삭제

청구항 13

삭제

청구항 14

삭제

청구항 15

삭제

청구항 16

삭제

청구항 17

삭제

청구항 18

삭제

청구항 19

삭제

청구항 20

삭제

청구항 21

삭제

청구항 22

삭제

청구항 23

삭제

청구항 24

삭제

청구항 25

삭제

청구항 26

삭제

청구항 27

삭제

청구항 28

삭제

청구항 29

삭제

청구항 30

삭제

청구항 31

삭제

청구항 32

삭제

청구항 33

삭제

청구항 34

삭제

청구항 35

삭제

청구항 36

삭제

청구항 37

삭제

청구항 38

삭제

청구항 39

삭제

청구항 40

삭제

청구항 41

삭제

청구항 42

삭제

청구항 43

삭제

청구항 44

삭제

청구항 45

삭제

청구항 46

삭제

청구항 47

삭제

청구항 48

삭제

청구항 49

삭제

청구항 50

삭제

청구항 51

삭제

청구항 52

삭제

청구항 53

삭제

청구항 54

삭제

청구항 55

삭제

청구항 56

삭제

청구항 57

삭제

청구항 58

삭제

청구항 59

삭제

청구항 60

삭제

청구항 61

삭제

청구항 62

삭제

청구항 63

삭제

청구항 64

삭제

청구항 65

삭제

명세서

기술분야

[0001] 본 발명은 마이크로구조 구성요소를 생산하기 위해 사용되는 것과 같은 마이크로리소그래픽 투사 노출 시스템에 관한 것이다.

배경기술

[0002] 본 발명은 특히 침지(immersion) 작동을 위해 설계된 투사대물렌즈를 가진 투사 노출 시스템에 관한 것이다.

[0003] 집적 전기 회로와 다른 마이크로구조 구성요소는 예를 들어 실리콘 웨이퍼와 같은 적절한 기판 위에 적용되는 몇몇 구조층에 의해 통상 생성될 수 있다.

- [0004] 층을 구성하기 위해 상기 층들은 먼저, 예를 들면 깊은 자외선 스펙트럼 영역(DUV)의 빛과 같은 특별한 파장 범위의 빛에 민감한 감광성 수지로 커버된다. 이후 상기 방식으로 코팅된 웨이퍼는 투사 노출 시스템에서 노출된다.
- [0005] 상기 공정에서, 마스크에 위치하는 회절 구조의 패턴은 투사대물렌즈의 도움으로 감광성 수지 위에 상을 이룬다.
- [0006] 상기 경우 측면 배율이 일반적으로 1보다 작기 때문에, 상기 형태의 투사대물렌즈는 또한 감소율로 지정된다.
- [0007] 감광성 수지가 현상된 후, 웨이퍼는 층이 마스크 위에서 패턴에 따라 구성되어 예정 공정을 거치게된다. 남은 감광성 수지는 층의 잔여 부분으로부터 제거된다. 웨이퍼 위의 모든 층과 같은 시간이 적용될 때까지 상기 공정은 반복된다.
- [0008] 생산되는 투사 노출 시스템 현상의 본질적인 목표중 하나는 웨이퍼 상의 점점 더 작은 크기를 크기를 가지는 리소그래피 구조를 정의할 수 있도록 하는 것이다.
- [0009] 작은 구조는 고 집적도 밀도를 요하며 일반적으로 상기 형태의 시스템의 도움으로 생산된 마이크로구조 구성요소의 성능에 따른 양호한 결과를 가진다. 특히 한정할 수 있는 구조의 크기는 사용되는 투사대물렌즈의 해상력에 따른다.
- [0010] 투사대물렌즈의 해상력이 투사광의 파장에 반비례하기 때문에, 해상력을 늘리기 위한 한가지 시도는 점점 더 짧은 파장을 가지는 투사광을 사용하는 것이다. 오늘날에는 사용되는 가장 짧은 파장은 깊은 자외선 스펙트럼 영역(DUV) 내에 있고, 193 nm 또는 가끔 심지어 157 nm에 달한다.
- [0011] 해상력을 늘리기 위한 또 다른 접근은 이미지측면상의 투사대물렌즈의 최종 렌즈와 감광성 수지 또는 노출되는 다른 광감지층사이에 남아있는 침지공간으로 고굴절지수를 가지는 침지액을 도입하는 개념을 적용하는 것이다.
- [0012] 침지공정을 위해 설계되고 침지물로 지정된 투사대물렌즈는 1이상 예를들어 1.3 또는 1.4의 개구수(numerical aperture)가 달성될 수 있다. 그러나, 침지는 단지 큰 개구수 및 이에 따라 증가된 해상력을 가능하도록 할뿐만 아니라 영역의 깊이에 유리한 효과를 가진다.
- [0013] 더 큰 깊이의 영역일수록 투사대물렌즈의 이미지 면내의 웨이퍼의 정확한 위치설정을 위해 더 작은 크기가 요구된다. 더 넓은 의미에서, 광감지 층은 침지된 액체내에 필수적으로 침지되는 이미지 측면상의 투사대물렌즈의 최종 광요소없이 침지액에 의해 커버된다. 그러나 침지 작동의 실행은 구조 및 공정 공학측면에서 상당한 부수적인 노력을 필요로 한다.
- [0014] 예를 들면, 심지어 즉시 적용된 감광성 수지가 있는 웨이퍼가 관계물을 투사대물렌즈에 관련되어 이동할때에도, 침지 액체의 광학적 성질이 공간적으로 동질이고 투사광에 노출되는 최소한의 부피내에서 시간적으로 일정하다는 것이 보증되어야 한다. 현재 관련된 기술적인 문제가 만족스럽게 해결되지 않고 있다.
- [0015] 미국특허 제 4,346,164호에 따르면, 웨이퍼를 수용하기 위해 상부로 열린 컨테이너가 있고 투사대물렌즈의 최종 이미지 측면 렌즈의 하부 경계표면보다 높은 상부변부가 있는 투사노출 시스템이 공지되어 있다.
- [0016] 펌프, 온도 조절 장치 및 역시 침지액체를 세척하기 위한 필터에 연결된 침지액체를 위한 공급라인과 배수 라인이 컨테이너로 안내된다. 투사 노출 시스템의 작동하는 동안 침지 액체는 액체의 회로내에서 순환되고 이에따라, 투사대물렌즈의 최종 이미지 측면 렌즈의 하부경계표면과 웨이퍼사이에 남아있는 사이공간이 채워진 채로 남게된다. 그러나, 액체 회로내에 배치된 필터의 도움으로 침지액체를 세척함에도 불구하고, 이미지 측면상의 투사대물렌즈의 최종 렌즈의 오염을 피할 수는 없다. 특히 상기 오염은 침지 액체와 직접 접촉하는 감광성 수지로부터 시작된다.
- [0017] 침지 액체로 지나가는 물질은 상기 렌즈가 새로운 렌즈로 교체되어야 하거나, 투사대물렌즈 밖에서 완전한 클리닝을 최소한 받아야 하는 방법으로 렌즈 물질을 침식할 수 있다. 두 경우, 최종 렌즈의 제거 및 전체 재조절된 세척된 렌즈의 삽입이 필수적이다. 이미지 측면 위의 최종 렌즈가 일반적으로 대 구경 두꺼운 렌즈이기 때문에, 이에대한 조절은 상당한 노력을 요한다. 투사 노출 시스템이 렌즈를 교환하는 동안 작동될 수 없기 때문에, 생산성 손실로 인한 상당한 2차 비용을 초래한다.
- [0018] WO 99/49504에서, 소량의 침지 액체가 이미지 측면상의 투사대물렌즈와 웨이퍼 사이에 남아있는 사이공간 내에 유지되는 투사 노출 시스템이 공지되어 있다. 비록 웨이퍼가 변위 운동중 투사대물렌즈 아래를 지나 이동할지라도, 침지 액체는 이미지 측면 위에서 최종 렌즈 아래에 남아 있게 된다. 이것은 상기 영역 주위에

단단히 채워진 방법으로 분포되는 몇몇 공급 라인과 배수 라인으로 가능하게 된다. 상기 공정에서 침지 액체는 입구로부터 연속적으로 나오고 배출구에서 빼내어진다. 상기 수단에 의해, 침지 액체는 움직이는 웨이퍼에 의해 실리는 것이 차단된다. 그러나, 침지 액체의 연속적인 공급과 제거의 결과로, 가스 버블의 형성은 상당한 정도로 발생된다. 이들은 투사광에 의해 침투된 침지 액체의 영역으로 스며드는 범위까지 상기 버블은 모양이 붕괴될 수 있고 이에따라 불량품이 발생될 수 있다.

[0019] 동일한 것이 웨이퍼가 투사대물렌즈 아래로 물러나는 동안 침지 액체가 가스의 흐름의 도움으로 이미지 측면상의 최종 렌즈 아래에 유지되는 투사 노출 시스템에 적용된다.

[0020] 웨이퍼가 투사대물렌즈를 지나 처리되는 스캐닝 속도가 더 빠를수록 일반적으로 버블의 형성이 더 커지는데, 침지액체가 그 후 움직이는 웨이퍼에 의해 이동되도록 하기 위해 더 강하게 훌려야하기 때문이다.

[0021] 미국특허 5,610,683에 공지된 투사 노출 시스템에서 버블 문제는 침지 액체로 채워진 밀봉된 카세트로 삽입되는 웨이퍼에 의해 해결된다. 이 경우 웨이퍼의 움직임을 공동으로 수행하는 평면-평행 투명 커버 플레이트에 의해 이미지 측면 위의 투사대물렌즈의 최종 광학 요소가 구성된다. 그 결과, 이미지 측면과 웨이퍼 상의 최종 렌즈 사이의 상대적인 움직임에 의해 발생하는 전단력으로 인해 난류가 발생할 수 없다. 그러나, 카세트로 각 웨이퍼를 삽입하고, 정밀하게 한정된 특성을 가지는 침지액체를 카세트에 채우기 위한 노력이 많이 요구된다.

발명의 상세한 설명

[0022] 따라서, 본 발명의 목적은 단순한 구조와 더불어 신뢰할 수 있고 저 유지보수 작동이 가능한 침지 작동을 위해 설계된 투사 노출 시스템을 제공하는 것이다.

[0023] 상기 목적은 투사광을 생성하기 위한 조명 장치 및 투사대물렌즈의 대상 평면에 배치될 수 있는 망선이 투사대물렌즈의 이미지 평면내에 배치될 수 있는 광감지 층 위에 상을 맷을 수 있는 투사대물렌즈를 가진 투사 노출 시스템에 의해 달성된다. 투사대물렌즈는 또한 침지 작동을 위해 설계되고, 여기서, 이미지 측면 위의 투사대물렌즈의 최종 렌즈는 침지 액체에 잠겨진다.

[0024] 본 발명에 따르면, 투사광에 대해 신호를 보내고 이미지-측면 경계 표면과 함께 침지액체내에 잠기는 방법으로 광감지층과 이미지 측면상의 최종렌즈사이에 배치될 수 있도록 단말요소가 제공된다.

[0025] 특히 이미지 측면과 상의 투사대물렌즈의 최종 렌즈와 광감지 층 사이공간내의 단말 요소의 공급은, 단말 요소, 특히 광감지 층에 대하여 면하는 측면이 이미지 측면 상의 최종 렌즈를 위해 보호용 차폐물로 작용하기 때문에, 광감지 층에서 나오는 구성 요소 또는 거기에서 발생하는 다른 오염 물질이 최악의 경우에도 무시해도 좋은 범위까지 이미지 측면상의 최종 렌즈에 축적될 수 있다는 장점을 가진다.

[0026] 상기와 같이 투사대물렌즈의 최종 이미지-측면 렌즈는 제거될 필요가 없으나 단지 단말 요소는 가끔 제거되어야만 하고, 클리닝 또는 교환 후 다시 장착되어야 한다. 특히 단말요소가 외부로부터의 투사대물렌즈에 고정되고, 투사대물렌즈의 분해 없이 제거 및 장착될 수 있다면, 비교적 저렴한 비용 및 노력으로도 가능하다.

[0027] 만일 최소한 부분적으로 침지 액체로 채워질수 있는 사이공간이 이미지 측면과 단말 요소 상의 투사대물렌즈의 최종 렌즈 사이에서 남아 있으면 특히 바람직하다.

[0028] 또 다른 실시예에서, 상기 단말 요소는 양측면의 침지액체에 잠겨져서 약간의 광굴절이 역시 대상측면상의 단말 요소의 경계표면에서 발생한다. 조절에 관한 요구사항과 단말 요소의 제조 정확성은 비교적 낮다. 특히, 큰 개구수의 경우, 평면 평행 형상을 가진 단말 요소조차도 경계표면의 평행화, 피팅 에러 및 근소한 두께의 편차와 같은 제조결함에 매우 민감하게 반응한다.

[0029] 사이공간이 침지 액체로 완전히 채워지지 않으나 오직 부분적으로 채워지는 경우, 가스로 채워진 영역은 침지 액체와 이미지 측면상의 최종 렌즈 사이에 남아 있다. 이것은 투사대물렌즈가 가능한 한 작은 노력으로 건조 작동과 침지 작동 사이에서 변환될 수 있을 때 유리할 수 있다. 렌즈 또는 단말 요소와 같은 고정 광학 소자들 사이의 사이공간이 더 적게 침지 액체로 채워질 수록, 일반적으로 침지 작동에서 전환이 투사대물렌즈의 조절에 관해 더 적은 효과를 가진다. 상기 관점으로부터 투사대물렌즈가 침지 액체에 잠겨지는 것을 허용하지 않으나, 단말요소와 침지 액체사이에 가스로 채워진 영역을 남겨두는 것이 유리할 수 있다.

[0030] 상기 형태의 또 다른 실시예에서 이미지 측면상의 최종렌즈와 단말 요소상사이의 공간으로 침지액체를 도입하기 위해 최종 광학 요소와 광감지층사이의 공간으로 침지 액체를 도입하기 위한 제 2 침지 장치와는 별도로 제 1 침지장치가 바람직하게 제공되고, 사이공간 사이의 침지액체의 어떠한 교환도 불가능하게 된다.

- [0031] 이러한 방식으로 광감지 층에서 나오는 오염 물질이 침지 액체를 경유하여 이미지 측면에서 투사대물렌즈의 최종 렌즈에 확실히 도달할 수 없게된다.
- [0032] 또 다른 바람직한 형상에서, 단말 요소는 이미지 측면 상의 투사대물렌즈의 최종 렌즈와 같은 굴절률을 가지고, 투사대물렌즈를 통과하는 투사광이 이미지 측면과 단말 요소 상의 최종 렌즈 사이에서 굴절되지 않는 방법으로 그 대상-측면 경계 표면과 함께 상기 렌즈 위로 광학적으로 연결된다. 최종 렌즈와 단말 요소 사이의 어떠한 굴절도 존재하지 않음에 따라 단말요소를 교환하는 도중 조절노력을 경감한다. 예를 들면 이것은 이미지 측면 상의 최종 렌즈, 단말요소 및 동일한 굴절률을 가지는 이들사이에 위치하는 침지액체로 달성될 수 있다.
- [0033] 단말 요소가 이미지 측면 상의 최종 렌즈와 광학적으로 연결되고 두 요소가 동일한 굴절률을 가질 때, 이미지 측면상의 최종요소와 단말 요소 사이의 투사광의 굴절 또한 미리 설정된다.
- [0034] 그러나 광학적 연결은 다른 굴절률의 경우 상기 방식으로 이미지 측면 상의 최종 렌즈가 이들과 광학적으로 연결된 단말 요소에 의해 오염 물질로부터 직접 보호되기 때문에 적합한 환경에서 또한 유용하다. 만일 서로 면하는 두 경계 표면이 평평하면 단말 요소는 특히 단순한 방법으로 이미지 측면에서 최종 렌즈와 광학상 연결될 수 있다. 광학 축을 따른 단말 요소 위치 및 여기에 수직인 평면의 경사가 평평한 경계 표면에 의해 미리 정해지기 때문에 그후 조절은 불필요하다. 특히 바람직한 형상에서, 액체의 제 1 침지으로 채워질 수 있는 제 1 사이공간은 이미지 측면상이 투사대물렌즈의 최종렌즈와 단말요소 사이에 있다. 제 2 침지액체로 채워질 수 있는 제 2 사이공간은 단말요소와 광감지층 사이에 있다. 상기 형상의 제 1 사이공간은 따라서 유체밀봉 방법으로 제 2 사이공간에서 분리될 수 있다.
- [0035] 제 1 침지 액체와 제 2 침지 액체가 반드시 다를 필요가 없다. 그러나, 다른 침지 액체의 사용이 자체로써 장점을 가진다면 침지 액체는 두 사이공간에서 특정의 조건에 최적으로 적용될 수 있다.
- [0036] 이미지 측면 상의 투사대물렌즈의 최종 렌즈와 접촉하는 제 1 침지 액체는 예를들어 광감지 층과 접촉하는 제 2 침지 액체를 위해 더 이상 허용될 수 없는 매우 낮은 표면장력을 가질 수 있다. 제 1 침지액체는 광감지 층에 의해 오염될 수 없기 때문에 명확히 제 2 침지 액체로 세척가능할 필요가 없다.
- [0037] 화학 반응성의 관점으로부터 또한 침지 액체가 적용될 수 있다.
- [0038] 예를 들면 석영 글라스와 칼슘-플루오르화 수정이 인접하는 액체와 더불어 다르게 상호 작용하기 때문에, 침지 액체는 이들이 인접하는 광학 면과 가능한한 작게 화학적으로 반응하는 방법으로 선택될 수 있다. 상기 형상의 단말 요소는 변위가능한 방법으로 배치되는 것이 바람직하다.
- [0039] 상기 변위가능성은 침지 액체에 작용하며 실제적으로 임의의 비율로 1 침지액체와 제 2 침지액체 사이에서 고정 투사대물렌즈과 광감지 층 사이의 상대적인 움직임의 결과로 발생하는 전단력을 분배할 수 있게 한다.
- [0040] 투사 노출 시스템의 스캐닝 작동 동안 단말 요소가 광감지 층과 동시에 변위되면, 전체 스캐닝 작동에 걸쳐 침지 액체내의 힘이 일정하게 분포될 수 있다. 이것은 액체의 층흐름의 형성을 도우고 베블의 형성을 방해한다. 특히 이것은 만일 단말 요소가 광감지층과 평행한 평면내에서 변위되는 경우 적용된다. 제 2 침지액체의 최소의 이송에 대해, 만일 단말 요소와 광감지 층이 투사되는 동안 속도와 변위 방향과 같은 것을 가지는 경우 특히 바람직하다. 단말 요소와 광감지층 사이에는 더 이상 어떤 상대적인 움직임도 없다. 광감지 층 및 단말 요소의 공통 변위 운동에도 불구하고 제 2 침지 액체는 그 후 제 2 사이공간 내 움직임이 자유롭다. 이 때문에 또한 제 1 침지액체보다 더 높은 점도를 가질 수 있다.
- [0041] 만일 제 2 침지 액체 내의 흐름이 아직 발생하면, 스캐닝 작동 동안 가속과 감속도중 나타나는 관성력에 원인이 있다. 만일 이 관성력이 충분히 작으면, 이미지 측면상의 최종 렌즈와 광감지 층 사이공간 내에 침지 액체를 유지하기 위해 필요한 부가적인 조치가 제외될 수 있다. 상기 조치는 베블이 발생하는 것을 일반적으로 촉진하기 때문에, 본 발명의 상기 형상은 제 2 침지액체 영역에서 베블이 주로 상당히 방지되도록 한다.
- [0042] 제 1 침지액체 영역에서 상대적인 움직임이 스캐닝과정에서 투사대물렌즈과 단말요소 사이에서 발생하거나 전단력에 의해 제 1 침지액체에 작용하더라도 단말요소는 웨이퍼와는 다르게 스캐닝과정동안 제 1 침지액체의 바람직하지않은 방출을 방지하는 변부가 형성될 수 있다. 따라서, 또한 제 1 침지액체를 위해 예를들어 가스의 인입 흐름과 같은 어떠한 부가적인 조치도 침지액체의 방출을 방지하기 위해 필요하지 않다. 따라서 베블은 발생할 수 없거나, 제 1 침지액체내의 적절한 범위내에서 발생할 수 없다. 변부는 단말 요소에 직접 형성될 수 있다.
- [0043] 그러나 만일 변부가 이미지 측면 상의 투사대물렌즈의 최종 렌즈를 향한 방향 및 단말요소가 배치되는 바닥으로

열리는 탱크의 부분인 경우 바람직하다.

[0044] 탱크 자체는 그 후 불투명한 물질, 예를 들어 금속 또는 수정으로 구성될 수 있다. 예를 들어 결정 실리콘과 같은 수정은 매우 크기가 안정되는 장점이 있다. 이들의 낮은 비중량, 경도 및 예를 들어 SiC 기반의 세라믹의 저화학 반응성으로 인해, 탱크를 위한 물질로 매우 적합하다. 석영글라스로 구성될 수 있는 단말 요소는 투사광이 통과할 수 있는 탱크의 하부에서 단순히 윈도우의 형태를 형성한다. 병진 변위성을 가지는 것에 더하여, 단말 요소는 또한 이미지 평면과 평행한 틸트 축에 대해 경사질 수 있다. 상기 경사가능성은 제 1 및 제 2 침지 액체의 운동이 영향받을 수 있는 부가적인 자유도를 구성한다.

[0045] 만일 단말 요소가 예를 들어 단말요소와 광감지 층사이의 가장큰 공간이 동작방향 전면에 위치하는 방법으로 노출 휴식 시간에 위치 결정 움직임 동안 경사지면, 일종의 쇄기 형태의 간격이 단말요소와 광감지 층 사이에 발생한다. 상기 간격내에서, 웨이퍼의 위치 결정 운동과정에서 제 2 침지액체가 광감지층에 걸쳐 들어간다.

[0046] 경사운동은 이 경우 단말요소와 광감지 층사이의 가장 짧은 공간이 매우 작아서 결합력이 결과로 제 2 침지액체가 상기 간격을 통과할 수 없는 방법으로 영향을 미칠 수 있다. 이에따라, 매우 단순한 방법으로 웨이퍼의 표면에 걸쳐 그리고 더 큰 거리와 더 큰 속도로 제 2 침지액체를 변위할 수 있다.

[0047] 만일 변부가 단말 요소에 형성되면, 상기 변부는 단말 요소 경사 움직임중 제 2 침지액체가 변부에 의해 방출이 차단되는 방법으로 특정한 크기로 만들어져야 한다.

[0048] 그러므로 또한 노출되는 동안 변위운동보다 더 큰 속도로 일반적으로 수행되는 웨이퍼의 위치설정 운동과정중, 가스의 인입흐름의 도움으로 또는 동일한 조치로 침지 액체를 처리할 필요가 없어진다. 따라서 심지어 위치설정 운동 중에서도 버블이 형성되지 않는다. 선택적으로 또는 단말 요소의 경사가능성에 더하여, 이미지 평면에 수직인 단말 요소를 변위할 수도 있다. 광감지 층과 단말 요소 사이의 공간은 그 후, 예를 들어 침지 액체가 결합력으로 인해 단독으로 제 2 사이공간에 남아 있을 만큼 감소될 수 있다.

[0049] 제 2 침지 액체가 투사대물렌즈에 대한 웨이퍼 운동중 결합력 또는 단말요소의 경사에 의해 단순히 이미지 측면상의 최종렌즈 부근에 유지될 수 없는 경우 공지된 고정장치가 부가적으로 제공되어 비접촉식으로 제 2 사이공간내의 제 2 침지 액체를 고정하도록 제공될 수 있다.

[0050] 상기 목적을 위해 고정장치는 예를 들어 제 2 침지 액체를 향할 수 있는 방출 구멍을 가지는 하나이상의 가스 노즐을 포함할 수 있다.

[0051] 본 발명의 바람직한 또 다른 형상에서, 최소한 제 1 사이공간은 밀봉가능한 컨테이너에 배치된다. 예를 들면 컨테이너는 투사대물렌즈에 의해 통과되고 웨이퍼를 위해 전체 지지 구조를 포함하는 일종의 하우징일 수 있다. 침지 액체의 증발의 결과로, 포화 증기압이 컨테이너 내에서 발생한 후, 동시에 다시 응결하는 것보다 더 많은 침지 액체의 증발이 방지된다. 이러한 방식으로, 침지 액체가 주위 가스와 접촉하는 장소에서 증발 잠열은 발생되지 않을 수 있다.

[0052] 상기 타입의 히트싱크는 온도의 불균일한 분포를 초래하고 그러므로 이미징 특성이 손상됨으로 인해 침지 액체의 굴절지수의 불균일한 분포를 초래한다. 그러나, 일반적으로, 포화 증기압이 비교적 작은 표면에서 증발되어 단지 컨테이너내에서 발생할 때까지는 매우 긴 시간이 걸린다. 따라서, 만일 투사 노출 시스템이 컨테이너내의 제 1 침지 액체의 증기 단계를 공급하기 위한 공급 장치를 포함하면 더 바람직하다.

[0053] 비록 제 1 침지액체가 제 2 침지액체와 다르다고 해도, 일반적으로 단말 요소 결과로서 주위 가스에 대한 계면이 매우작기 때문에 제 2 침지 액체의 증발을 방해하는 것은 불필요하다. 컨테이너내의 제 1 침지 액체의 증기 단계의 증기 압력이 컨테이너내에 보급되는 온도로 제 1 침지 액체의 증기 단계의 포화 증기압과 최소한 거의 같은 방법으로 조절될 수 있을 때, 제 1 침지액체의 최소 냉각이 달성된다.

[0054] 국지 증발의 결과로 제 1 침지 액체 내 온도 변동에 사전에 대처하기 위한 또 다른 가능성은 커버로 부분적으로 상부방향에서 제 1 사이공간을 커버하는 것이다.

[0055] 커버는 증발로 인해 냉각이 발생하도록 주위 가스에 대한 계면의 크기를 줄인다. 상기 커버는 예를 들어 가스로 채워진 단지 작은 사이공간이 커버와 제 1 침지 액체 사이에서 유지되는 방법으로 형성될 수 있다. 포화 증기압은 증발의 결과로 비교적 빨리 발생한다.

[0056] 그러나 사이공간내의 가스는 또한 주위 가스의 밀도 보다 큰 특별한 보호 가스일 수 있다. 더 큰 밀도로 인해, 보호 가스는 중력에 의해 사이공간 내에 유지된다.

- [0057] 보호 가스는 또한 제 2 침지액체내의 용해도가 10-4퍼센트 이하로 가능한한 낮은 수준이어야 한다. 이러한 방식으로 파워를 전달하는 바람직하지 않은 감소 또는 용해되는 보호가스가 나오는 제 2 침지 액체내의 굴절지수의 변화가 방지될 수 있다. 만일 제 1 침지 액체가 커버에 직접 인접하면 더 바람직하고, 주위 가스에서 또는 상기 보호 가스에서 계면은 커버가 중단된 곳에 유지된다. 이것은 예를 들어 이미지 측면 상의 최종 렌즈 영역에 제 공된 리세스 영역의 경우일 수 있다.
- [0058] 커버는 그 후 투사대물렌즈과 접촉하지 않는다; 동시에, 레벨의 균일화는 렌즈와 커버 사이의 주변 간격을 통해 발생할 수 있고, 단말요소와 커버 사이는 항상 제 1 침지액체로 완전히 채워진다. 이 점에 대하여, 만일 탱크가 단말 요소의 변위 운동시 커버의 하측을 따라 밀봉방법으로 슬라이드되는 변부를 가지는 경우 특히 유리하다. 한편 변부는 제 1 침지액체의 측면방출을 막는다. 동시에, 상부를 가리키는 측면과 함께 커버를 향한 방향에서 씰(seal)을 형성한다.
- [0059] 윤활 씰로 작용하고 1 침지액체로 이루어진 액체 필름은 항상 변부의 상부 지시 측면과 커버사이에 유지되는 것이 바람직하다.
- [0060] 상기 액체의 필름이 탱크의 움직임 동안 벗어나지 않기 위해서, 액체 저장소는 침지액체가 후에 흐를 수 있는 변부의 상부지시 측면 내에 가라앉을 수 있다.
- [0061] 침지 액체는 액체 저장소 내의 압력하에 있게되어 액체 필름은 탱크와 커버사이의 비교운동이 변부의 최저영역 내 범위의 압력을 발생시킬 때 파손되지 않게된다. 액체 저장소의 압력은 예를 들면 탱크 밖에서부터 액체의 저 장소까지의 압력하에서 공급될 수 있는 제 1 침지 액체에 의해 발생될 수 있다.
- [0062] 탱크의 변부와 커버 사이의 좁은 간격을 통과하고 변부의 최소한 한 외부측면에 윤활 동작을 표시하는 소량의 제 1 침지 액체를 수집하기 위해, 유출채널은 유출하는 제 1 침지액체을 수집하고 이를 보내도록 배치될 수 있다.
- [0063] 또한, 상기 형태에서 만일 단말 요소가 제 1 및 제 2 침지 액체와 최소한 동일한 굴절률을 가지면 바람직하다. 이러한 방식으로 단말요소의 사소한 조절 불량은 상기 액체의 광학적 성질에 거의 영향을 미치지 않도록 보증된다. 이에따라 단말 요소 굴절률은 1% 이하 바람직하게는 0.5%를 넘지않음에 따라 인접하는 침지 액체의 굴절률과 다른 것이 바람직하다. 예를 들면 이것은 물과 같은 인접하는 침지 액체 및 LiF로 이루어진 단말 요소에 의해 얻어질 수 있다.
- [0064] 만일 단말 요소가 굴절 파워 없이 존재하면 특히 유리하다. 여기서 굴절 파워가 없다는 것은 광학 요소의 특징이 포커싱 또는 디포커싱효과를 가지지 않는다는 것을 의미한다. 상기와 같은 광학 요소의 예는 동질의 물질로 만들어지는 평면-평행 플레이트이다.
- [0065] 상기 플레이트는 실제로 투사대물렌즈의 영상 평면의 위치 및 구면 수차의 정정 효과를 가지고 상기 범위로 상기 투사대물렌즈의 설계에 따라 이루어진다. 그러나, 굴절률의 차이가 경계 표면에 존재하면, 상기 플레이트는 단순히 평행한 각도로 충돌하는 빔을 분기하고 오프셋의 크기는 입사각에 좌우된다. 굴절 파워 없는 단말 요소는 이러한 방식으로 조절하는 것에 관한 요건이 더 완화되고 따라서 단말 요소의 클리닝 또는 교환 후의 조절 노력은 다시 감소되기 때문에 바람직하다. 예를 들면 석영 글라스가 단말 요소를 위한 재료로 고려된다.
- [0066] 깊은 자외선 스펙트럼 영역내의 매우 짧은 파장의 보호광선의 경우, 특히 157 nm의 파장에서 석영 글라스와 다른 종래의 광학 물질은 충분히 더 이상 투명하지 않기 때문에, 칼슘-플루오르화 또는 바륨-플루오르화 또는 스트론튬-플루오르화 수정 또는 심지어 칼슘 바륨 플루오르화와 같은 혼합 수정이 대체물로 사용될 수 있다. 상기 물질들 역시 단말요소로 고려될 수 있다. 그러나, 큐빅 수정은 적절한 대응책이 없는 한 투사대물렌즈의 이미징 특성의 손상을 초래하는 고유의 복굴절 특성을 나타낸다.
- [0067] 상기와 같은 이유로 단말 요소는 통과하는 투사광 상의 고유의 복굴절의 영향이 최소한 대략 보상되는 공인된 수정, 선택된 두께 및 서로 경사진 결정격자중 하나로 구성된 적어도 두 부분의 요소를 포함한다. 부분적인 요소는 예를 들면 서로에 이음매 없이 이어질 수 있거나, 심지어 광학 축 방향에서 서로 이격되어 질 수 있다.
- [0068] 마지막에 언급된 사례에서는 바람직하게는 전체적으로 밀봉된 부분 요소들사이에 있는 공은 마찬가지로 투사광에 대해 투명한 액체로 채워질 수 있다. 부분적인 요소 사이에서 사이공간에 인접하는면은 반드시 평평할 필요는 없고, 곡률을 가질 수도 있다.
- [0069] 사이공간을 향해 지시하는 대상-측면 부분 요소의 면이 오목하거나 사이공간을 향해 지시하는 이미지-측면 부분 요소의 면이 볼록하면, 큰 구경 각으로 경사진 단말 요소를 빔을 위해 고유 복굴절에 대한 만족할만한 보상이

달성될 수 있다.

[0070] 인접면이 만곡되고, 서로 평행하게 연장되어 광축을 따라 사이공간의 범위가 거의 일정한 사이공간은 다음과 같은 장점을 가진다.

[0071] 본 발명의 또 다른 바람직한 형상에서, 투사광이 통과하는 단말 요소중 적어도 한 면은 파면에 레를 정정하기 위해 물질의 국지적 제거에 의해 정정된다. 적은 나노미터 크기의 물질을 약간 제거함으로써 파면변형을 보상하는 것으로 알려진 상기 공정은 단말요소가 이미지 평면 부근에 위치하기 때문에 단말요소의 경우 특히 효과적으로 채용될 수 있다. 이 점에 대하여 단말 요소 및 침지액체의 굴절률의 비율은 침지액체가 없는 건조 시스템에서 보다 적게되어 이에따라 더 많은 물질이 건조시스템과 동일한 효과를 달성하기 위해 제거되어야 한다. 특히 단말 요소는 평면-평행 플레이트일 때, 한 또는 양측면을 정정하는 것이 특히 쉬워진다.

[0072] 본 발명의 또 다른 바람직한 형상에서, 침지 액체에 대해 비침투성인 보호 층은 침지 액체와 접촉할 수 있는 단말 요소중 적어도 한 표면에 적용된다.

[0073] 상기 보호층은 특히 플루오르화 수정이 단말요소를 위한 재료로 사용될 때 상기 수정들이 비교적 높은 수용해도를 나타내기 때문에 바람직하다. 상기 형태의 층을 적용함에 따라, 만일 물 또는 물을 포함하는 물질이 침지 액체로 사용되면 물질의 침식이 방지될 수 있다.

[0074] 상기와 같은 보호 층의 적용은 단말 요소와 관련해서뿐만 아니라 아주 일반적으로 큐빅 플루오르화 수정으로 이루어진 모든 광학 요소, 특히 칼슘-플루오르화 수정의 경우 침지 액체와 접촉할 수 있어 바람직하다.

[0075] 보호층의 적용과정에서, 보호되는면을 완전히 포함하는 것을 확인하여야 한다. 보호층내의 상당히 작은 구멍은 침지 액체가 침투하고 충하부 침식을 형성을 초래할 수 있다.

[0076] 이 관점으로부터, 상당히 높은 압축도(바람직하게는 98%이상)를 가지는 보호층의 이온지원 침지는 결과적으로 투사 노출 시스템의 작동중 보호층의 국지적 분리를 주로 차단하기 때문에 바람직하다. 여기서, 물질의 "압축도"는 주어진 결정체의 정도를 위해 물질이 공동으로부터 완전히 자유로운 참조 밀도에 대한 물질의 특정의 밀도 비율을 의미하는 것으로 이해되어야 한다.

[0077] 또한 발명의 다른 장점과 특징은 도면을 기초로한 예시적인 실시예의 다음 기술로부터 명백하다.

실시예

[0094] 도 1은 본 발명의 제 1 실시예에 따라 전체적으로 참조번호 10으로 표시된 마이크로리소그래픽 투사 노출 시스템을 개략적으로 도시한다. 투사 노출 시스템(10)은 특히 광원(14), 발광수단(16) 및 다이아프램(18)을 포함하는 투사광(13)을 생성하는 조명 장치(12)를 가진다. 실시예에서, 투사광은 157 nm의 파장을 가진다.

[0095] 투사 노출 시스템(10)은 명료성을 위해 도 1에 예시적인 방법으로 도시되고 L1-L5로 표시되는 복수의 렌즈를 가지는 투사대물렌즈(20)를 더 포함한다. 투사광(13)의 파장이 짧기 때문에, 렌즈(L1-L5)는 상기 파장에서도 충분히 투명한 칼슘-플루오르화 수정으로 제작된다.

[0096] 상기 투사대물렌즈(20)는 감소된 방법으로 투사대물렌즈(20)의 이미지 평면(28)에 배치되고, 지지수단(30)에 적용된 광감지 층(26) 위에 투사대물렌즈(20)의 대상 평면(22)에 배치되는 망선(24)의 상을 이루도록 한다. 지지수단(30)은 상부 방향에서 열리고 변위수단에 의해 이미지 평면(28)에 평행한 상세히 나타나지 않는 방법으로 변위될 수 있는 탱크형상의 컨테이너(32)의 바닥에 고정된다.

[0097] 상기 컨테이너(32)는 투사 노출 시스템(10)이 작동하는 동안 투사대물렌즈(20)가 이미지 측면 상의 최종 렌즈(L5)와 함께 침지 액체(34)에 잠겨지는 침지 액체(34)로 채워진다. 예시된 실시예에서, 상기 렌즈(L5)는 큰 구경의 비교적으로 두꺼운 렌즈이나 여기에서는 평면-평행 플레이트 또한 용어 "렌즈"에 포함된다.

[0098] 공급 라인(36)과 배출 라인(38)을 통해 컨테이너(32)가 순환펌프, 침지 액체(34)를 세척하는 필터 및 온도조절 장치가 상세히 도시되지는 않았으나 공지된 방법으로 조절 유닛(40)에 연결된다. 조절 유닛(40), 공급 라인(36), 배출 라인(38) 및 컨테이너(32)는 침지 액체(34)가 상온에서 세척되고 유지되는 공정에서 순환되는 침지 장치(42)를 전체적으로 형성한다. 상기 침지 장치(42)는 투사대물렌즈(20)의 해상력 또는 영역의 심도를 늘리도록 공지된 방법으로 기능한다.

[0099] 이미지 측면과 광감지 층(26) 상의 최종 렌즈(L5) 사이에 남아 있는 사이공간(43)에, 교환 요소(44)가 배치되고 도 2에서 상세히 도시된다.

- [0100] 도 2는 도 1에서 확대된 투사대물렌즈(20)의 이미지-측면 단부면(45)을 도시한다. 확대도에서 단말요소(44)는 예를들어 원형 또는 직사각형 기저 영역과 더불어 평면-평행 플레이트 형태를 가지고, 참조번호 46과 48로 표시된 두 고정 요소를 통해 투사대물렌즈(20)의 이미지-측면 단부 표면(45)에 분리가능하고 조절가능하게 부착되는 상태가 도시된다. 분리성을 설명하기 위해, 나사 연결(52)이 고정요소(46)에 표시된다. 조절을 위해, 미세조절 드라이브(54, 55, 56, 57), 예컨대 마이크로미터 나사가 제공되며, 도 2에 표시된다.
- [0101] 단말 요소(44)는 서로 이음매없이 지지되고 동일한 크기를 가지며 서로 연결된 두 플레이트형상의 부분요소(44a, 44b)를 포함한다.
- [0102] 투사광(13)의 짧은 파장으로 인해, 두 부분 요소(44a, 44b) 또한 칼슘-플루오르화 수정으로 각각 제작된다. 두 부분 요소(44a, 44b)의 결정 격자는 고유의 복굴절의 회전 대칭 분포가 단말요소(44)에 대해 전체적으로 일어나는 방법으로 향한다. 선택적으로, 단말요소(44)는 또한 다른 결정 방향과 함께 둘이상의 부분적인 요소를 포함할 수 있다.
- [0103] 전체 네 평면-평행 부분 요소와 더불어 예를들어 임의의 입사 방향을 위해 매우 큰 범위의 고유 복굴절에 따른 지체를 보상할 수 있다.
- [0104] 여기서 고려된 수정 경사의 예시는 WO2002/093209 A2, WO2002/099450 A2 및 US 2003/0011896 A1호이고, 본 출원의 주체에서 이루어진 방법이 모두 공개되어 있다.
- [0105] 도 2에 도시된 제 1 실시예의 경우, 침지 액체(34)는 교환 요소(44) 주위에서 모든측면으로부터 흐르고, 특히 한편에서 단말요소(44)와 다른 한편에서 이미지측면상의 최종렌즈(L5) 또는 광감지층(26)사이에 있는 두 간격 형상의 사이공간(64, 66)에 위치한다.
- [0106] 만일 광감지 층(26)으로부터의 물질 방출 또는 이에따른 비교적 작은 부분의 기계적인 분리가 투사 노출 시스템(10)의 작동 동안 발생하면, 단말요소(44)는 침지 액체(34)내에 포함된 오염물이 방해받지 않는 방법으로 투사대물렌즈(20)의 최종 렌즈(L5)의 평평한 이미지-측 표면(68)에 도달하는 것을 차단한다.
- [0107] 두 간격 형상의 사이공간(64, 66)이 서로 완전히 분리되지 않기 때문에 비록 그러한 접촉이 또한 완전히 제외되지는 않지만 간격 형상의 사이공간들(64, 66) 사이의 액체 교환은 그 사이에 위치한 단말요소(44)에 의해 상당히 어려워진다. 이같은 이유로, 오염된 침지 액체(34)는 실제적으로 최종 렌즈 L5로 올라가지 않게되고 주로 배출라인(38)을 통해 조절 유닛(40)으로 공급되어 거기서 세척된다. 단말요소(44)의 보호 효과로 인해, 오염된 침지 액체(34)에 의해 오염된 최종 렌즈 L5를 교환하고 이에따라 정교한 방법으로 조절할 필요가 없다.
- [0108] 한편, 광감지층(26)으로부터 나오는 오염물에 더 높게 노출된 단말요소(44)의 교환은 비교적으로 쉽다. 이를 위해서는 고정요소(46, 48)가 투사대물렌즈(20)의 하우징로부터 단지 나사 연결(52)이 풀리면된다. 즉시 세척 또는 교환후 단말요소(44)의 설치는 거의 조절이 필요없고 따라서 쉽다. 평면-평행 플레이트 형태의 설계로, 단말요소(44)는 굴절 파워가 없고 따라서 이미징 특성에 비교적 적은 영향을 미친다. 특히 이것은 또한 단말요소(44)가 침지 액체(34)에서 부유하여, 침지 액체가 적절히 선택된 경우 투사광(13)에 노출된 경계 표면에서 매우 미미하거나 극소의 굴절효과만이 발생하기 때문에 유지될 수 있는 것이다. 플루오르화 수정으로부터 제조되고 침지 액체와 접촉할 수 있는 모든 광학 요소를 위해 침지액체로부터 민감한 수정을 보호하는 보호층이 광학적 활성면에 바람직하게 적용된다. 도 2에 도시된 제 1 실시예에서, 상기 형태의 보호층들(74, 76, 78)은 따라서, 렌즈 L5의 평평한 이미지 측면 경계 표면과 단말요소(44)의 상측 표면(70) 및 이미지-측 표면(72)에 적용된다.
- [0109] 특히 보호층(74, 76, 78)을 위한 재료의 선택은 사용된 침지 액체에 의존하며 앞에서 사용되는 투사광의 파장에 따라 차례로 선택된다.
- [0110] 193 nm의 광파장의 경우, 예를 들면 물은 침지 액체를 통해 물에 비교적 높은 용해도를 가지는 칼슘 플루오르화 물질을 빠르게 침식하도록 한다. 이 경우 보호층(74, 76, 78)은 바람직하게는 SiO₂ 또는 LaF₃로 구성되는데 상기 물질들이 물에 녹지 않기 때문이다. 157 nm의 광파장의 경우, 상기 실시예에서 사용되는 것에 따라, 특정 오일은 물보다 더 높은 투명도를 가짐에 따라 침지 액체에 더욱 적절하다. 마찬가지로 예를 들면 매우 투명한 물질 MgF₂ 와 LaF₃가 보호층(74, 76, 78)을 위한 재료로 고려된다. 상기 물질로 이루어진 보호층(74, 76, 78)은 진공에서 증발 코팅에 의해 해당 광학 요소의 경계 표면 위에 적용될 수 있다.
- [0111] 도 3은 도 2를 기반으로 한 마이크로리소그래픽 투사 노출 시스템의 제 2 실시예를 도시하며, 여기서 사용된 부품은 도 2와 동일한 참조번호를 가지며, 서로 사용시 일치하는 부품은 200대의 참조번호가 매겨진다.
- [0112] 제 2 실시예에서, 단말요소(244)는 사이공간(66)을 통해 이미지 측면의 최종 렌즈 L205에서 분리되지 않고, 상

기 렌즈로 직접 광학적으로 접촉된다.

[0113] 렌즈(L205)와 단말 요소(244)가 같은 굴절률을 가지는 물질로 제작되면, 투사광(13)은 단말요소(244)와 최종 렌즈(L205)사이의 경계표면을 굴절없이 통과한다. 광학적 접촉으로 고정하는 것은 어떤한 고정 요소(46, 48)도 필요하지 않다는 이점을 가진다. 또한, 단말요소(244)와 렌즈(L205)를 각각 통과하여 서로 면하는 두 평평한 경계면(268, 270)이 각각 광학접촉시 서로 정확한 배치를 보증하기 때문에 교환후, 단말 요소(244)의 조절이 실제적으로 필요하지 않다. 단말요소(244)의 이미지-측 표면(272)은, 투사대물렌즈(220)로 인한 파면에리가 정정되도록, 수나노미터 정도 물질을 제거함으로써 (도 3에는 과장되어 도시됨) 특정지점(79a, 79b)에서 재가공된다. 상기 형태의 재가공 방법은 공지되었으므로 상세히 설명되지 않는다.

[0114] 도 4는 도 1을 기초로, 투사 노출 시스템의 제 3 실시예를 도시하며, 동일한 부품은 동일한 참조번호를 나타내며 다르게 사용되는 동일한 부품은 300대의 참조번호로 나타난다.

[0115] 도 4에 도시된 투사 노출 시스템은 서로 독립된 하나가 아닌 두 침지 장치(342a, 342b)를 포함한다는 점에서 도 1과 다르다.

[0116] 여기서 컨테이너(332)는 단말 요소(44)와 이미지 측면 상의 요소 최종 렌즈(L5) 사이의 간격과 같은 사이공간(366)이 부분적인 컨테이너(332a) 내에 배치되고 달말요소(44)와 광감지층(26)사이의 간격과 같은 사이공간(364)이 부분적인 컨테이너(332b) 내에 전체적으로 배치되는 방법으로 두 부분적 컨테이너(332a, 332b)로 파티션(80)에 의해 나누어진다. 단말요소(44)는 부분적인 컨테이너들(332a, 332b) 사이에서 파티션(80)내에 적절하게 이루어진 컷아웃(82)내의 유극과 함께 하강한다.

[0117] 분리된 침지 장치(342a, 342b)내의 침지 액체(334a, 334b)의 분리에 의해, 부분적인 컨테이너 (332b)로부터의 오염된 침지 액체는 달말요소(44)와 렌즈(L5)사이의 간격과 같은 사이공간(366)으로 들어가는 것과 이같은 방법으로 이들의 오염되는 것을 차단한다.

[0118] 다음에서, 제 4 실시예는 투사대물렌즈의 이미지-측면 단부를 개략적으로 확대도시한 도 5와 6을 기초로 하여 서술된다. 도 1 내지 4와 유사한 부분은 동일한 참조번호로 표시되고 다른 상응하는 부분은 400번대 번호가 표시된다. 제 4 실시예에서, 단말 요소(444)는 이미지 평면(28)과 평행하게 제공된다. 그러나 상기 실시예에 보다 상당히 큰 평면-평행 플레이트 형태로 단말요소(444)가 구성된다.

[0119] 실시예에서, 단말요소(444)는 직사각형 기초 형체를 가지며, 탱크(488)의 바닥(486)의 내로 하강한다.

[0120] 예를 들면 금속, 세라믹 또는 수정으로 제조될 수 있는 탱크(488)는 타이온수로를 예시하는 실시예에서 제 1 침지 액체(434a)를 수용하도록 한다. 탱크(488)의 변부(490)는 너무 높아서 제 1 침지 액체(434a)의 주어진 적절한 채움높이, 이미지 측면상의 최종렌즈(L5)와 단말 요소(444)사이에 있는 제 1 사이공간(492) 및 단말요소(444)가 제 1 침지액체(434a)로 완전히 채워진다.

[0121] 단말요소(444)와 광감지층(26)사이에는 제 2 침지액체(434b)로 채워지는 더 평평한 제 2 사이공간(494)이 있다. 실시예에서, 제 2 침지 액체(434b)는 마찬가지로 탈이온화수이다. 제 2 사이공간(494)은 평평해서 제 2 침지 액체(434b)가 제 2 사이공간(494)외부 측면으로 방출됨으로써 결합력에 의해 단독으로 방해받게 된다. 단말요소(444)와 광감지 층(26)사이의 공간이 더 작을수록 결합력이 제 2 사이공간(494)내의 제 2 침지액체(434B)를 더 잘 고정한다.

[0122] 이미지 평면(28)에 관련된 단말요소(444)의 대응에 대한 요건을 감소시키기 위해, 주위 침지 액체(434a, 434b)의 굴절률과 가능한 한 같은 굴절률을 가지는 물질이 단말요소(444)를 위해 선택될 수 있다. 193 nm의 파장에서 매우 높은 투명도를 가지는 침지 액체 LiF를 통해 물을 사용하는 경우 예를들어 단말요소(444)를 위한 물질로 적절하다. 굴절의 지수의 차이는 그 후 오직 0.0066가 된다.

[0123] 만일 투사광이 예를 들면 157 nm의 특히 짧은 파장을 가지면, 제 1 침지 액체(434a)는 또한 상기 파장에서 물보다 더 높은 투과율을 가지는 플루오르화 탄화수소로 구성될 수 있다.

[0124] 제 2 침지액체를 위한 다소 낮은 투과율은 제 2 사이공간(494)의 높이가 일반적으로 매우 낮아지기 때문에 상당히 불리하지 않다. 또한, 물은 예를들어 플루오르화 하이드로카본을 가지는 경우보다 광감지층(26)을 심하게 부식하지 않는다는 이점을 가진다.

[0125] 제 4 실시예에서, 투사 노출 시스템은 작동스캔을 위해 설계된다.

[0126] 이것은 망선(24)이 투사되는 동안 대상 평면(22)에서 변위된다는 것을 의미한다. 이와 동시에 이에 적용된 광감

지층(26)을 가지는 지지수단(30) 또한 이미지 평면(28)과 평행하게 변위된다. 투사대물렌즈(420)의 측면 배율은 변위 속도 비율과 망선(24) 및 지지수단(30)의 변위 방향을 결정한다.

[0127] 이를 위해, 지지수단(30)은 웨이퍼 단계로 통상 지정된 변위가능한 테이블(33)에서 도 5에서 식별가능한 클랩핑(31a, 31b)으로 클랩핑된다. 테이블(33)은 작동드라이브와 같은 공지된 방법으로 이미지 평면(28)에 매우 정밀하게 평행하도록 변위될 수 있다. 상기 작동 드라이브는 도 5에서 간략하게 도시되고 참조번호 35a와 35b로 표시된다. 매니퓰레이터(497a, 497b)는 테이블(33)에 고정되어 상기 매니퓰레이터이 테이블(33)의 변위 운동과 연결되어 실행된다.

[0128] 매니퓰레이터(497a, 497b)는 탱크(488)에 작동암(498a, 498b)를 통해 연결된다.

[0129] 매니퓰레이터(497a, 497b)는 이미지 평면(28)에 평행한 탱크(488)를 수직으로 즉, 축 OA에 평행하게 변위시키고 역시 이를 이미지 평면(28)에 대해 경사지도록 테이블(33)에 대해 이동하는 방법으로 구성된다. 실시예에서, 경사이동은 특히 테이블(33)의 동작방향에 수직하고 광축 OA에 수직하게 연장되는 두 수평 축에 대해 가능하다. 또한, 도 5에서, 선택적인 가스 방출 노즐(499a, 499b)은 가스 흐름이 탱크(488)의 변부와 광감지층(26)사이에 형성된 주위 간격으로 향할 수 있도록 할 수 있다.

[0130] 도 5 및 6에 도시된 투사 노출 시스템은 다음과 같이 작동한다:

[0131] 스캔 작동 동안 테이블(33)은 작동 드라이브(35a, 35b)의 도움으로 화살표(496b)(도 6 참조) 방향으로 매니퓰레이터(497a, 497b)와 함께 변위된다.

[0132] 매니퓰레이터(497a, 497b)가 상기 공정 동안 어떤 동작 이동도 실행하지 않게되어 내부에 하장된 단말요소(444)를 가지는 탱크(488)는 동일한 변위 속도 및 테이블(33)과 동일한 변위 방향 및 광감지층(26)과 함께 동시에 움직인다.

[0133] 도 6에서 이것은 화살표(496b)와 같은 방향과 길이를 가지는 화살표(496a)로 표시된다. 탱크(488)는 따라서 광감지층(26)과 함께 작동을 스캔하는 동안 투사대물렌즈(420)로 이동한다.

[0134] 도 7은 도 6의 상세도로써, 한편으로 탱크(488) 및 광감지 층(26) 관련위치 그리고 스캔 작동의 끝에서 다른 한편으로 투사대물렌즈(420)의 관련위치를 도시한다. 탱크(488)는 동시에 평행하게 그리고 스캔 작동동안 광감지 층(26)과 동일한 변위 속도로 움직이기 때문에 어떠한 전단력도 제 2 사이공간(494)내 제 2 침지 액체(434b)에 작용하지 않는다.

[0135] 제 2 침지 액체(434b)는 따라서, 지지수단(30)의 변위 이동시 또한 제 2 사이공간(494)에 남아 있게된다. 방출 노즐(499a, 499b)에서 나오는 가스와 함께 제 2 침지 액체(434b) 상의 인입 흐름은 따라서 감소될 수 있거나, 심지어 불필요하게 될 수 있다. 그러므로 제 2 침지 액체(434b)의 중요한 베블 형성 원인 중 하나는 전체적 또는 부분적으로 제거된다.

[0136] 제 1 침지 액체(434a)가 중력으로 인해 단독으로 탱크(488)에 남아 있기 때문에, 여기서 또한 가스와 더불어 어떠한 인입 흐름도 작동스캔시 침지 액체가 빠져나가는 것을 막기 위해 요구되지 않는다.

[0137] 베블은 또한 고정된 투사대물렌즈(420)에 제 1 침지 액체(434a)가 통과하도록 믹싱함에 따라 적용가능한 범위로 발생하지 않게된다. 상기와 같은 혼합은 비교적 큰 온도 증감 형성이 차단되기 때문에 전적으로 바람직하다.

[0138] 총체적으로 제 1 침지 액체(434a)내 또는 제 2 침지액체(434b)의 어느것도 스캐닝 작동 동안 변위 움직임의 결과로 뚜렷한 범위로 베블이 발생하지 않기 때문에 상기 방식으로 리젝트가 상당히 감소될 수 있다. 연속적인 노출 주기 사이에서 지지수단과 여기에 적용된 광감지층이 투사대물렌즈(420)에 대해 제 위치설정될 필요가 빈번하게 발생한다. 상기 위치 설정 운동중의 변위 속도는 일반적으로 노출되는 동안의 움직임보다 명확히 높다.

[0139] 만일 탱크(488)가 지지수단(30)에 적용된 광감지 층(26)과 정확하게 동일한 크기라면, 상기 형태의 위치설정 움직임동안 상기 탱크(488)가 스캐닝 작동동안 상기와 동시에 동일한 속도로 변위될 수 있다.

[0140] 그러나, 일반적으로 다양한 이유로 만일 탱크(488)가 지지수단(30)에 적용된 광감지 층(26)보다 이미지 평면(28)과 평행하게 더 작은 크기를 가진다면 더 편리할 것이다. 예를 들면, 탱크(488)가 더 작을수록 주위 가스에 대한 제 1 침지 액체(434a)의 계면이 더 작게된다. 따라서, 더 적은 증발열이 또한 제 1 침지 액체(434a)로부터 빼내지게 된다. 이것은 차례로 제 1 침지 액체(434a) 내에서 온도의 균일한 분포 및 굴절률에 유리한 영향을 미친다. 만일 탱크(488)가 스캐닝 작동 동안 전체로 노출되는 광감지 층(26) 상의 영역보다 약간 크면 상기 관점으로부터 이상적이다.

- [0141] 그러나, 더 큰 위치 결정 움직임에 대해 더 작은 탱크(488)는 탱크(488)가 상기 움직임을 공동으로 적어도 충분히 실행할 수 없다는 것을 의미한다. 이 경우 광감지총(26)과 단말 요소(444) 사이의 상대적인 움직임은 불가피하다. 테이블(33)에 고정된 매니퓰레이터(497a, 497b)에 의해 상기 상대적인 움직임이 발생한다. 제 2 침지 액체(434b)의 버블형성을 차단하기 위해 또한 지지수단(30)의 더 빠른 위치 결정 움직임 동안, 도 5 내지 7이 제 4 실시예에서 전체 탱크(488)가 매니퓰레이터의 도움으로 부가적으로 경사질 수 있다.
- [0142] 도 8에서 투사대물렌즈(420)의 이미지-측면 단부는 도 6 및 7에 도시되고 상기 탱크(488)이 2° 로 경사진다. 도 8에서 ta로 표시된 경사 축은 광축 및 지지수단(30)의 동작 방향(496B)에 수직으로 연장된다. 축 TA에 대한 탱크(488)의 경사 움직임에 의해, 스캐닝작동동안 일정한 높이를 갖는 제 2 사이공간(494)은 웨지형상의 프리즘의 형태가 주어진다. 탱크(488)의 경사 위치에서 모션(496b) 방향으로 후방에 위치하는 탱크(488)의 단부는 손상이 피해질만큼 이격되어 광감지 총(26)으로부터 제거된다.
- [0143] 더 강하게 작동하는 결합력은 심지어 더 높은 위치 설정 속도에서도 제 2 침지액체(434b)가 제 2 사이공간(494)으로부터 나오는 것을 차단하고, 지지수단(30)은 고정되거나 최악으로 느리게 움직이는 탱크(488)아래의 화살표(496b) 방향으로 이격되어 움직인다.
- [0144] 작동을 스캔하는 동안 만일 광감지 총(26)과 단말 요소(444) 사이의 너무작으면 경사축 TA에 관한 경사 움직임이 총(26)의 손상을 줄수 있고, 선택적으로 경사축은 모션(496b) 방향으로 후방에 위치하는 탱크(488)의 단부를 통하여 연장되도록 선택될 수 있다.
- [0145] 매니퓰레이터(497a, 497b)를 위해 이것은 매니퓰레이터(497b)가 필요한 거리에 의해 모션 방향에서 전면에 위치하는 탱크(488)의 측면을 상승시키는 것을 의미한다.
- [0146] 제 1 침지 액체(434a) 및 제 2 침지 액체(434b)의 바람직하지 않은 열손실을 차단하기 위해 도 5 내지 8에 도시된 제 3 실시예에서, 투사노출시스템은 외부로 침지액체(434a, 434b)를 둘러싸는 공간을 단단히 밀봉하는 컨테이너(90)를 가진다. 입구(92)를 통해, 증발기(94)에 의해 생성되는 수증기가 컨테이너(90)로 둘러싸이는 공간으로 도입될 수 있다.
- [0147] 수증기는 컨테이너(90)로 둘러싸이는 공간 내에서 최소한 거의 기존 온도에 적용되는 포화 증기압이 달성되는 시간까지 도입된다. 이러한 방식으로 여기서 물로 각각 구성되는 침지 액체는 주위 대기에 대한 계면에서 액체의 냉각을 유발시키는 점차적인 증발을 차단한다. 다른 침지 액체로 전환하는 경우 다른 액체도 역시 증발기(94)내에서 상응하게 증발되어야한다.
- [0148] 제 5 실시예는 도 9와 10을 기초로 하여 하기에 기술되며, 각각 투사대물렌즈와 확장된 상세한 표현 D의 이미지-측면 단부를 개략적으로 도시한다.
- [0149] 도 1 내지 4와 유사한 부품은 동일한 참조 번호로 나며 제 4 실시예의 카운터파트를 가지는 부품은 100번대의 번호로 표시된다.
- [0150] 도 5 내지 8에 나타나는 제 3 실시예와는 대조적으로 부가적인 커버 플레이트(500)가 제공되어 상부방향으로 탱크(588)을 거의 완전히 덮는다. 투명할 필요가 없는 커버 플레이트(500)에는 투사대물렌즈(520)의 이미지 측면 단부가 제 1 침지액체(534a)내에 잡기도록 개구부(502)가 형성되어 있다. 탱크(588)의 변부(590)는 화살표(596a)로 표시된 탱크(588)의 변위 운동중 커버 플레이트(500)의 하측을 따라 슬라이드된다. 커버 플레이트(500)와 탱크(588)사이의 공간은 제 1 침지 액체(534a)로 완전히 채워진다. 이를 위해 개구부(502)는 주변 간격(504)이 액체레벨이 조절될 수 있는 투사대물렌즈(520)의 이미지-측면 단부 주위에 남아 있을 정도의 크기로 만들어진다.
- [0151] 도 10은 변부(590) 영역으로부터의 확대된 세부사항 D를 도시한다.
- [0152] 세부사항 D에서 탱크(588)의 변부(590)에는 주위 쪼개기 형태의 그루브(506)가 있고 마찬가지로 침지액체(534a)를 위한 저장소(508)를 구성하는 주위 직사각형 그루브가 있는 상부지시 측면이 형성된다.
- [0153] 도판(510)을 통해 저장소(508)에 연결되는 저장소(508)과 쪼개기 형태의 그루브(506)는 항상 제 1 침지 액체(534a)로 채워져서 얇은 액체 필름이 변부(590)의 상부 지시 측면에 형성된다. 상기 액체 필름은 윤활 역할을 하고, 커버 플레이트(500)의 하측을 따라 탱크(588)의 저마찰 및 진동 없는 슬라이딩을 상기 방식으로 가능하게 한다.
- [0154] 액체의 필름이 제 1 침지 액체(534a)로 도입되는 가스 버블과 더불어 커버 플레이트(500) 아래에서 탱크(588)의

이동중 파손되지 않도록 보장하기 위해 저장소(508) 및 쐐기 형태의 그루브(506)내의 제 1 침지 액체(534a)가 근소한 초과압 하에 있게된다

[0155] 상기 초과압은 공급 라인(512)을 통해 저장소(508)로 일정한 압력하에서 일정하게 공급되는 제 1 침지 액체(534a)에 의해 생성된다. 동시에, 초과된 제 1 침지 액체(534a)는 배출 라인(514)을 통해 흐를 수 있다. 만일 커버 플레이트(500)의 사중량에 의해 생성되는 접촉압력이 반압력에 의해 충분하지 않으면, 예를들어 스프링의 도움으로 부가적으로 커버 플레이트(500)가 로드될 수 있다.

[0156] 제 1 침지 액체(534a)가 변부(590)의 외부에서 다소 더 넓은 간격(516)을 통하여 나오는 경우를 위해, 나타나는 제 1 침지 액체(534a)를 수집하고 상세히 설명되지는 않았으나 이격되어 안내하도록 주위 유출 채널(518)이 제공된다. 공기보다 무겁고 예를 들면 제 1 침지 액체(534a)에 대해 매우 저용해도 특성을 가질 수 있는 보호 가스(519)가 유출 채널(518)로 방출될 수 있다. 그 결과, 바람직하지 않은 방법으로 제 1 침지 액체(534a)의 광학적 성질을 손상하는 전체 배열을 둘러싸는 가스로부터 온 분자가 용해되는 것을 차단한다. 주위 가스와 점차적으로 혼합되는 것을 차단하기 위해 유출 채널(518)의 보호 가스(519)가 연속적으로 교체되는 것이 바람직하다.

[0157] 광감지 층(26)의 지지수단(30)이 이미지 평면(28)과 평행한 평면에서 빈번하게 변위될뿐만아니라 이미지 에러를 감소시킨다는 점에서 역시 수평축에 대해 약간 경사질 있다는 점에서 변부영역 내의 밀봉이 중요하다. 만일 커버 플레이트(500)가 그 후 이와 함께 경사지지 않으면, 변부(590)를 향한 방향의 밀봉은 탱크(588)의 비교적 작은 경사 움직임의 경우에도 커버 플레이트(500)에 대해 충분한 불침투성을 보증하도록 구성되어야 한다.

[0158] 제 1 침지 액체(534a)에 의한 윤활이 커버 플레이트(500)와 변부(590)를 위해 충분하지 않은 경우, 시동과정에서 마모의 결과로 제 1 침지 액체(534a)가 오염되는 것을 최소화하거나 완전히 피하는 상기 부분의 코팅 물질을 선택하는 것이 바람직하다. 예를들어 알루미늄 산화물 또는 다이아몬드가 여기서 코팅으로 고려된다.

[0159] 한 편 커버 플레이트(500)는 한편으로 탱크(588)내의 파의 발행을 차단하는 장점이 있고 다른 한편으로 커버 플레이트(500)가 투사대물렌즈(520)의 이미지 측면 단부와 커버 플레이트(500)사이에서 남아 있는 좁은 주변 간격(504)에 주위대기에 대한 제 1 침지 액체(534a)의 계면을 제한한다. 이러한 방식으로 단지 매우 작은 열이 증발로 인해 제 1 침지 액체(534a)로부터 방출된다.

[0160] 이것은 온도 증감을 줄이고 차례로 이에따라 투사광(13)에 의해 가열되는 도중 형성되는 제 1 침지 액체(534a)내의 굴절률 증감을 줄인다. 제 2 침지 액체(534b)의 경우 제 2 침지 액체(534b)와 주위 대기 사이의 계면이 매우 작은 한 어떤 경우에도 증발 문제가 뚜렷한 범위로 존재하지 않는다.

[0161] 침지 액체(534a, 534b)를 제 1 및 제 2 사이공간(592, 594)으로 각각 도입하기 위해 비교적 적은 양의 제 2 침지 액체(534b)가 먼저 광감지 층(26) 위로 적용되는 것이 바람직하다. 이후 탱크(588)의 하측은 한측면 또는 평행하게 장착되고 제 2 침지 액체(534b)는 버블 없는 방법으로 나타난다. 탱크(588)와 광감지층(26) 사이의 공간은 매니퓰레이터(497a, 497b)의 도움으로 후에 정확히 조절될 수 있다. 이후 커버 플레이트(500)는 탱크(588)위에 놓여진다.

[0162] 탱크(588)를 제 1 침지 액체(534a)로 채우기 위해, 예를들어 투사대물렌즈(520)와 커버 플레이트(500) 사이에 남아 있는 주위 간격(504)을 통해 제 1 침지 액체가 채워질 수 있다.

[0163] 그러나, 만일 탱크(588)의 변부(590)에 제 1 침지 액체(534a)가 탱크(588)로 채워질 수 있고 이로부터 제거되도록 할 수 있는 입구와 배출구가 형성되면 더 용이하다. 투사 노출 시스템의 작동 동안 세 개의 실시예와 관련하여 설명된 것에 따라 제 1 침지 액체(534a) 또한 회로에서 계속 순환될 수 있다. 물론, 제 4 실시예와 관련된 5에 도시된 것처럼 도 9 및 10에 도시된 배열은 마찬가지로 컨테이너(90)에 적용될 수 있다. 이러한 방식으로 침지 액체의 증발은 더 한층 감소된다.

[0164] 도 11 내지 16은 도 2를 기반으로 한 개략도이며 본 발명의 제 4 실시예에 따른 투사대물렌즈의 이미지-측면 단부를 도시한다. 상기 도면에서 도 2와 유사한 부분들은 동일한 참조번호로 나타나고 서로 상응하는 부분들은 각각 600, 700, 800, 900, 1000과 1100번대로 표시된다.

[0165] 도 11에 도시된 제 6 실시예에서 이미지 측면 상의 최종 렌즈(L605)의 이미지-측 표면(668)은 평평하지 않고, 구형으로 오목한 방법으로 만곡된다. 도시된 바와 같이 침지물의 경우 특히 이미지 평면(28) 바로 부근의 구형으로 만곡된 면은 더 높은 등급의 이미징 에러의 정정에 적절하다. 그러나 이것을 위한 전제 조건은 이미지 측면의 최종 렌즈(L605) 및 침지 액체(34)의 굴절률이 서로와 충분히 달라야한다는 것이다. 투사대물렌즈(620)의 경우 단말요소(644) 역시 칼슘-플루오르화 수정으로부터 또는 적절하게 선택된 결정 방향이 있는 유사한 큐빅

수정으로 제조된 두 부분 요소(644a, 644b)를 포함한다.

[0166] 도시된 실시예에서, 이미지 측면 상의 최종 렌즈(L605)는 석영 글라스로 구성된다. 이것에서 대안으로서, 이미지 측면 상의 최종 렌즈(L605)는 큐빅 수정과 같은 물질로 마찬가지로 구성될 수 있다. 이미지 측면상의 최종렌즈(L605)와 이들로 구성된 부분적인 요소(644a, 644b)는 고유복굴절의 매우 광범위한 달성을 수 있도록 배치될 수 있다. 상호 복굴절 보상이 광학 축에 관해 서로 비틀린 세 결정 방향으로 달성을 수 있는 방법은 상술한 WO 02/093209 A2, WO 02/099450 A2 및 US 2003/0011896 A1에 공지되어 있다.

[0167] 도 12에 도시된 제 7 실시예에서, 이미지 측면상의 최종렌즈(L705)와 단말 요소(744)사이에 남았는 제 1 사이공간(792)은 침지 액체(34)로 완전히 채워지지는 않고 부분적으로 채워진다. 그러므로 주위 가스로 채워진 간격과 같은 사이공간(793)은 이미지 측면상의 최종 렌즈 (L705)와 침지 액체(34) 사이에 남아 있다. 상기 변형예는 건조 작동 및 침지 작동을 위해 제공된 투사대물렌즈의 경우 특히 유리하다.

[0168] 건조작동에서 침지작동으로 변화하는 경우 투사대물렌즈에 가능한한 적은 변경을 수행하기 위해 및 이와 반대의 경우를 위해 광학적 상태는 가능한한 적은 경계면에서 변해야한다. 투사대물렌즈(720)의 경우 이미지 측면의 최종 렌즈(L705)의 이미지-측 표면(768)은 상기와 같은 이유로 주위 가스 아니면 예를들어 침지액체(34)에 인접하게 된다. 반면에, 또한 투사대물렌즈(720)의 경우 단말요소(744)가 양측면에서 침지 액체(34)에 둘러싸이는 것이 보증된다. 단말요소(744)의 경계 표면에서의 더 낮은 굴절률 지수 때문에, 단말요소(744)의 위치 허용 오차 및 제조 허용 오차는 따라서 투사대물렌즈(720)의 이미지 특성에 단지 근소한 영향만을 끼칠 수 있다.

[0169] 도 13에 나타나는 제 8 실시예에서, 마찬가지로 전체적으로 평면-평행인 단말요소(844)는 다른 결정 방향과 함께 큐빅 수정으로 구성되는 두 부분 요소(844a, 844b)를 포함하는 것이 바람직하다.

[0170] 상기 실시예와는 대조적으로, 투사대물렌즈(820)의 경우 두 부분 요소(844a, 844b) 사이의 경계 표면은 평평하지 않고, 만곡된다.

[0171] 또한, 두 부분 요소(844a, 844b)는 서로 직접 광학적으로 접촉되지 않고, 서로 이격되어 좁은 간격(899)은 투사대물렌즈(820)의 경우 주위가스로 채워지는 부분적인 요소(844a, 844b)사이에 남아 있게 된다.

[0172] 투사대물렌즈(820)의 경우 단지 이미지-측면 부분적인 요소(844b)만이 침지 액체(34)와 접촉한다. 그러므로 필요할 때 일반적으로 단지 부분적인 요소(844b)만을 교환하는 데에 충분하다. 반면에 대상-측면 부분적 요소(844a)는 교환이 주요한 노력으로 실행될 수 있는 것과 같은 방법으로 투사대물렌즈(820)에 장착될 수 있다. 따라서 부분적인 요소(844b)는 오직 말그대로 교환 요소를 구성한다.

[0173] 만곡된 부분면을 따라 두 부분 요소(844a, 844b)로 단말요소(844)를 단말 요소를 분할하는 것은 이미지-측면 부분적 요소(844b)가 마찬가지로 제조 허용 오차와 위치 허용 오차에 비교적 무관하다는 장점을 가진다. 한편으로 이미지-측면은 침지 액체(34)에 잠기기 때문에 굴절률 지수가 작다.

[0174] 다른한편으로, 광축에 대해 큰 각도로 단말요소(844)를 통과하는 광빔의 경우 볼록한 곡면으로 인해 부분요소(844b)의 대상측면상에 비교적 작은 임사각이 발생하게 되어 제조 허용 오차와 위치 허용 오차가 더 적은 영향을 미칠 수 있게된다.

[0175] 제 9 실시예에 따라 도 14에 도시된 투사대물렌즈(920)는 침지 액체(34)가 이미지 측면 상의 최종 렌즈(L905)에 직접 직면한다는 사실에 의해서만 투사대물렌즈(820)와 다르다. 그러므로, 도 13에 나타나는 투사대물렌즈(820)의 경우와 달리, 두 부분 요소(944a, 944b)사이에 남아있는 틈(999)과 이미지 측면 상의 최종 렌즈(L905)와 단말요소(944)사이의 제 1 사이공간(992)이 침지액체(34)로 채워진다. 단말요소(944)의 위치 허용 오차와 제조 허용 오차는 이 변형예에서 투사대물렌즈의 이미징 특성에 더 적은 영향을 미친다.

[0176] 비록 대상-측면 부분적 요소(944a)가 침지 액체(34)에 노출되지만 이미지 측면에서 최종 렌즈(L905)에 의해 또는 이미지-측면 부분적 요소(944b)에 의해 비교적 잘 보호되기 때문에, 투사대물렌즈(920)의 경우에도 오염으로 인한 광학 요소의 교환은 이미지-측면 부분적 요소(944b)에 제한될 수 있다. 그러나, 만일 건조 작동에서 침지 작동으로 전환을 원하는 경우 이미지 측면 상의 최종 렌즈(L905)까지 도달하는 침지 액체(34)는 더 광범위한 변경을 필요로 한다.

[0177] 도 15는 본 발명의 제 10 실시예에 따라 투사대물렌즈(1020)의 이미지-측면 단부를 도시한다. 상술한 실시예의 경우와는 달리, 단말요소(1044)는 침지 액체(34)에 잠기지 않는다.

[0178] 따라서 투사광에 의해 침투된 단말요소(1044)면은 대상 측면 및 이미지 측면에서 주위 가스에 인접한다. 상기

배치는 특히 건조 작동을 위해 그리고 침지 작동을 위해 적절한 투사대물렌즈의 경우에도 유리하다. 이것은 도 15에 도시된 배치가 운영 모드 사이에서 전환되는 경우에 특히 거의 변형을 필요로 하지 않기 때문이다. 반면에, 단말요소(1044)의 두 경계 표면에서의 광학 상태는 거의 동일하다. 이것은 예를 들면 대상측면 경계면에서의 경사 운동과 같은 위치 허용 오차에 의해 발생된 특히 이미징 에러는 이미지-측면 경계 표면에서 정반대로 작동하는 이미징 에러로 실제로 잘 보상되는 것이 바람직하다.

[0179] 도 16에 도시된 투사대물렌즈(1120)는 이미지 측면상의 최종렌즈(L1105)와 단말 요소(1144) 사이의 제 1 사이공간(1192)이 주위 가스가 아니라 액체(1134)로 채워진다는 사실로 도 15에 도시된 투사대물렌즈(1020)와 다르다.

산업상 이용 가능성

[0180] 단말요소(1114)의 이미지 측면은 따라서 단말요소(1114)의 제조 허용오차 특히 페팅 에러에 비교적 영향을 받지 않는다. 단말요소(1144)와 광감지 층(26)사이의 제 2 사이공간(1194)은 도 15에 도시된 투사대물렌즈(1020)를 가진 경우와 같이 침지 액체(34)로 부분적으로 채워질 수 있다. 건조 작동 동안, 도 16에 도시된 바와 같이, 광감지층(26)은 침지 액체에 의해 커버되지 않는다.

도면의 간단한 설명

[0078] 도 1은 본 발명의 제 1 실시예에 따른 투사 노출 시스템의 개략도.

[0079] 도 2는 도 1에 도시된 투사 노출 시스템의 일체부분인 투사대물렌즈의 이미지-측면 단부의 상세도.

[0080] 도 3은 단말요소가 이미지측면상의 최종렌즈와 광학적으로 접촉하는 도 2와 같은 본 발명의 제 2 실시예의 투사 노출 시스템.

[0081] 도 4는 도 1와 같은 본 발명의 제 3 실시예에 따라 부가적인 수평 파티션을 가진 투사 노출 시스템의 상세도.

[0082] 도 5는 도 1과 같은 본 발명의 제 4 실시예에 따라 변위된 단말 요소를 가진 투사 노출 시스템의 상세도.

[0083] 도 6은 지지수단 및 단말요소의 제 1 변위 위치에서 도 5에 도시된 투사노출 시스템의 일체부분인 투사대물렌즈의 이미지 측면단부의 상세도.

[0084] 도 7은 지지수단 및 단말요소의 제 2 변위 위치에서 도 6으로부터의 투사대물렌즈의 이미지-측면 단부.

[0085] 도 8은 경사진 단말 요소를 가진 도 6으로부터의 투사대물렌즈의 이미지-측면 단부.

[0086] 도 9는 부가 커버가 제 1 사이공간을 커버하는 본 발명의 제 5 실시예에 따른 투사대물렌즈의 이미지-측면 단부의 상세도.

[0087] 도 10은 제 1 침지액체를 수용하는 탱크의 커버와 변부 사이의 이행이 나타나는 도 9로부터의 다른 확대 D를 도시한다.

[0088] 도 11은 이미지 측면 상의 최종 광학 요소의 이미지-측면이 만곡되는 본 발명의 제 6 실시예에 따른 투사대물렌즈의 이미지-측면 단부.

[0089] 도 12는 가스로 채워진 사이공간이 이미지 측면과 침지 액체 상의 최종 광학 요소 사이에 남아 있는 본 발명의 제 7 실시예에 따른 투사대물렌즈의 이미지-측면 단부

[0090] 도 13은 단말 요소가 만곡면을 따라 두 부분 요소로 나누어지는 본 발명의 제 8 실시예에 따른 투사대물렌즈의 이미지-측면 단부.

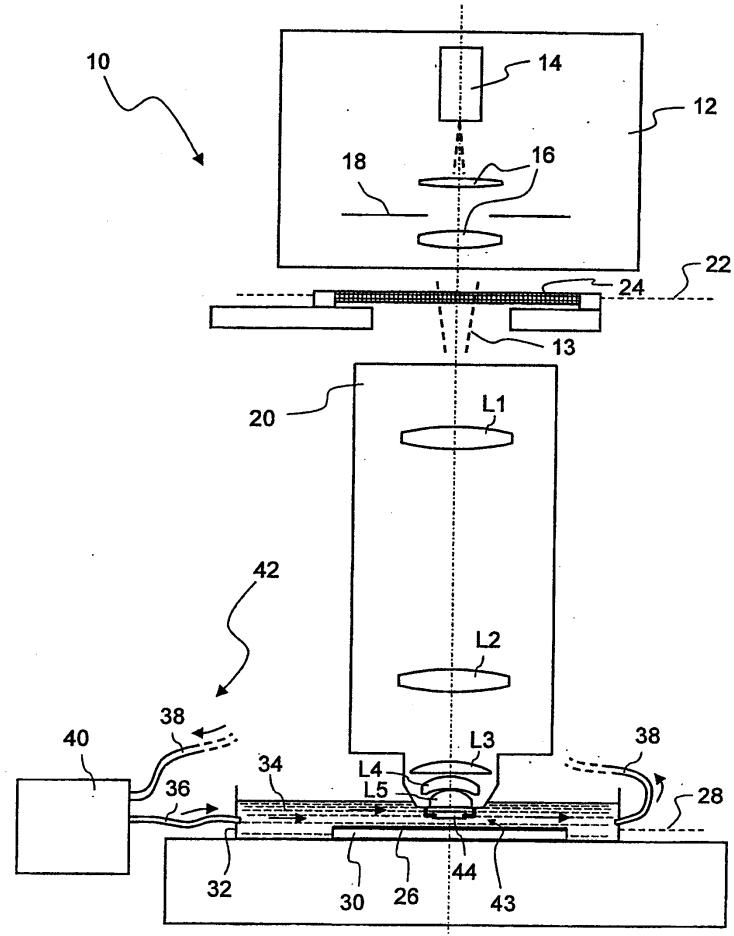
[0091] 도 14는 침지액체 내에 완전히 수용되고 만곡된 방법으로 나누어진 단말 요소를 가진 본 발명의 제 9 실시예에 따른 투사대물렌즈의 이미지-측면 단부.

[0092] 도 15는 가스로 채워진 사이공간이 단말요소와 침지액체사이에 남아있는 본 발명의 제 10 실시예에 따른 투사대물렌즈의 이미지-측면 단부.

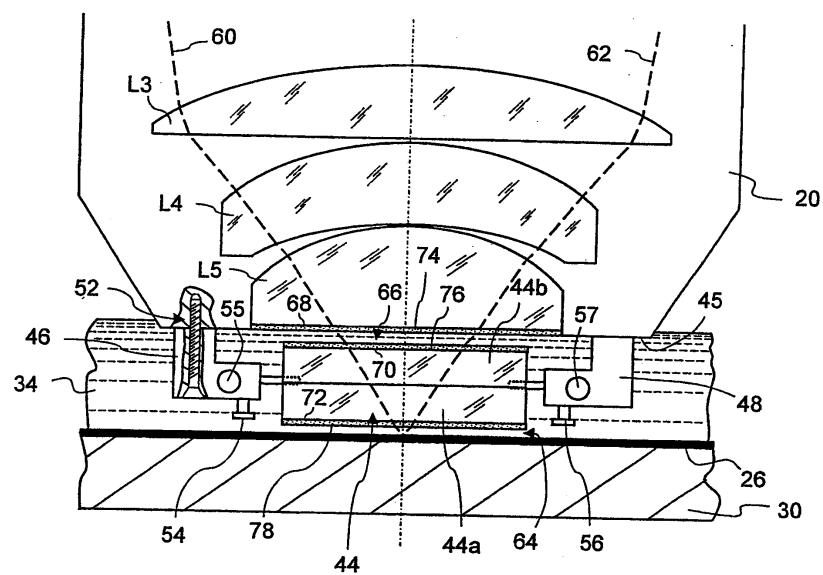
[0093] 도 16은 이미지 상의 최종 광학 요소와 단말 요소 사이의 사이공간이 침지액체로 채워지는 본 발명의 제 11 실시예에 따른 투사대물렌즈의 이미지-측면 단부.

도면

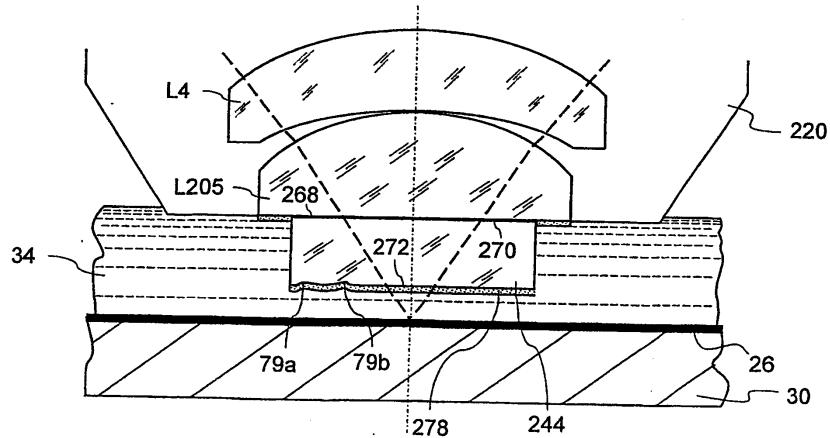
도면1



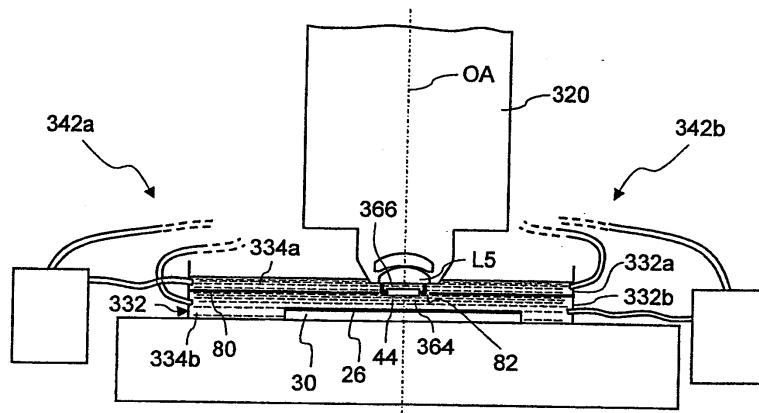
도면2



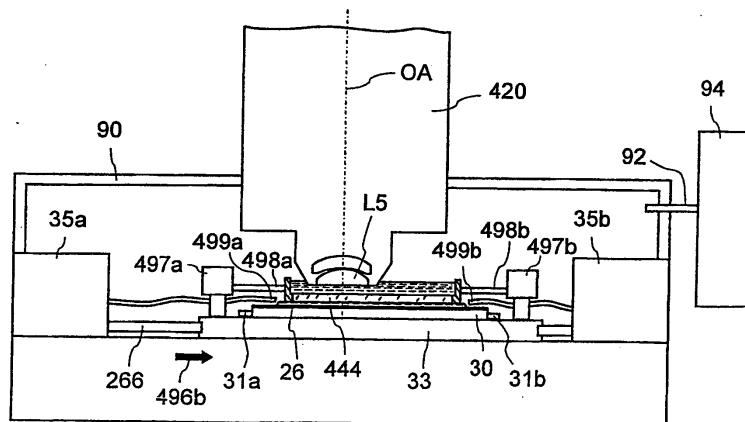
도면3



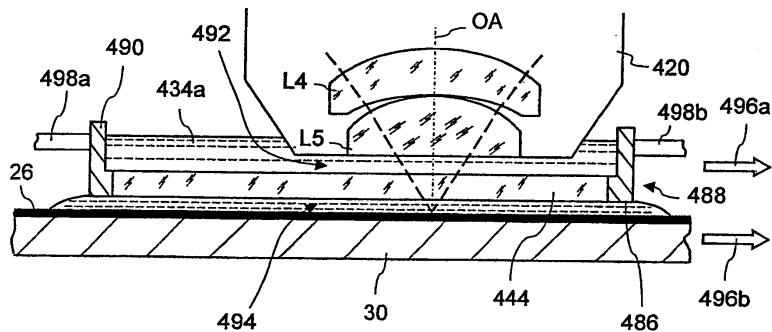
도면4



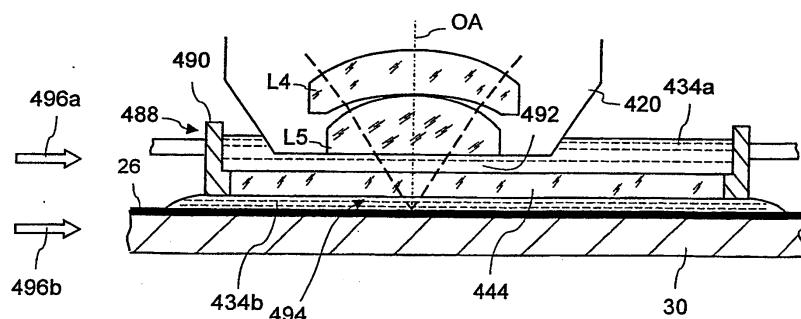
도면5



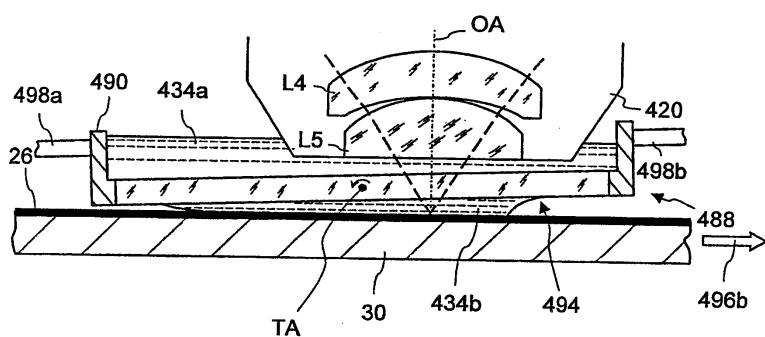
도면6



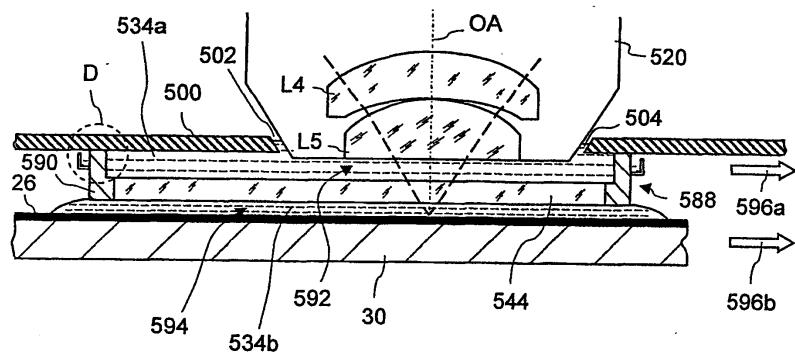
도면7



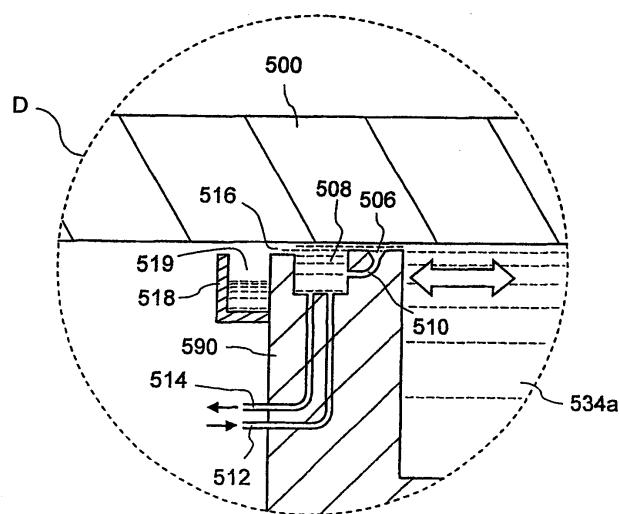
도면8



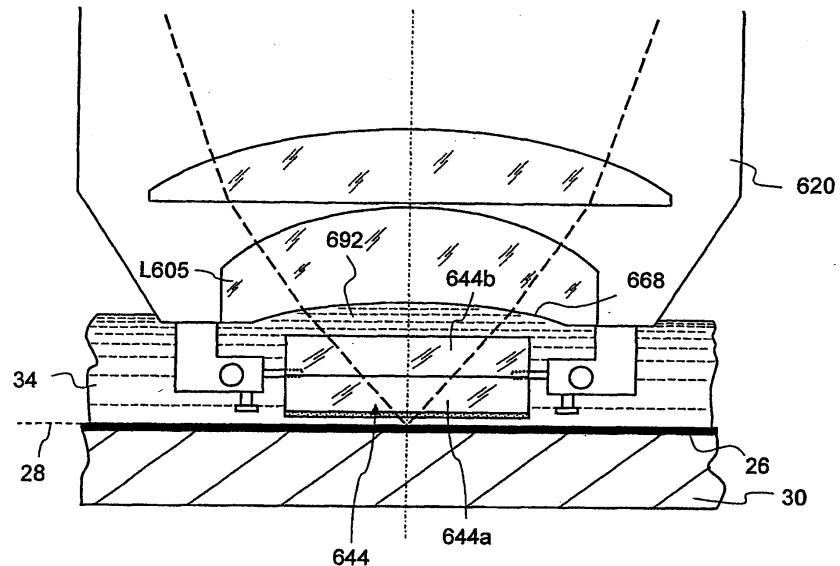
도면9



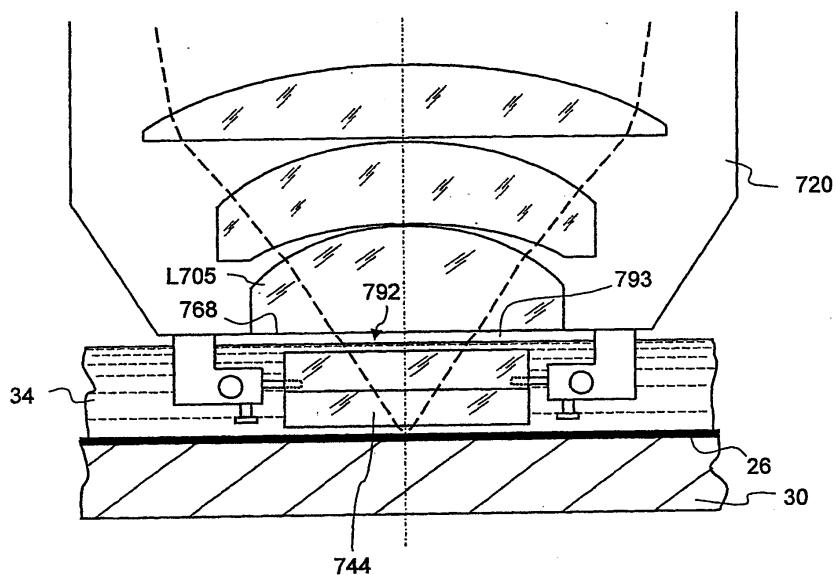
도면10



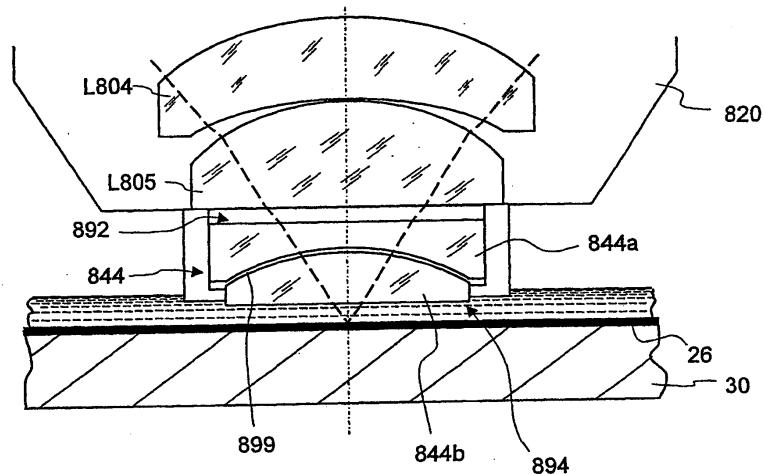
도면11



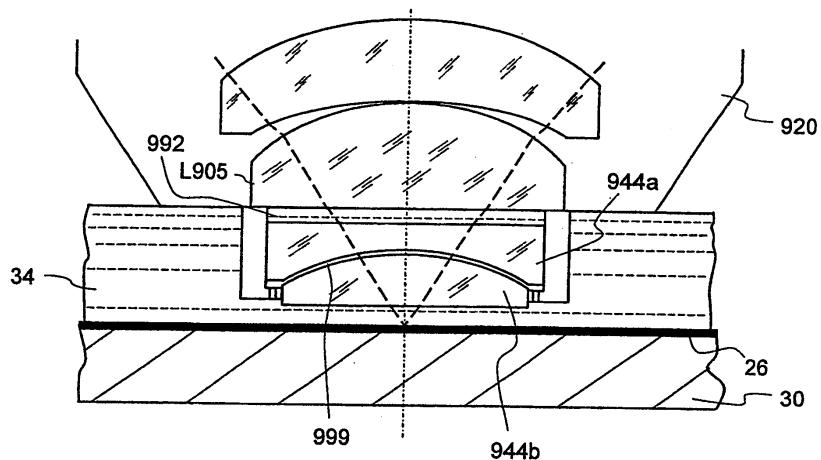
도면12



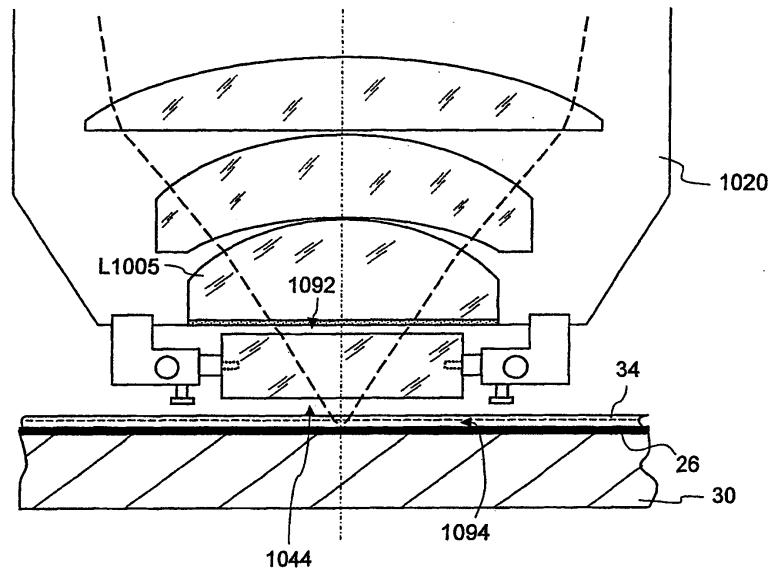
도면13



도면14



도면15



도면16

