



(19) 대한민국특허청(KR)
(12) 등록특허공보(B1)

(45) 공고일자 2013년08월13일
(11) 등록번호 10-1296501
(24) 등록일자 2013년08월07일

(51) 국제특허분류(Int. C1..)
H01L 21/027 (2006.01)
(21) 출원번호 10-2006-7000412
(22) 출원일자(국제) 2004년07월07일
 심사청구일자 2009년07월07일
(85) 번역문제출일자 2006년01월06일
(65) 공개번호 10-2006-0030106
(43) 공개일자 2006년04월07일
(86) 국제출원번호 PCT/JP2004/009999
(87) 국제공개번호 WO 2005/006418
 국제공개일자 2005년01월20일
(30) 우선권주장
 JP-P-2003-00272616 2003년07월09일 일본(JP)

(56) 선행기술조사문현

WO9949504 A1
JP61094342 U

전체 청구항 수 : 총 66 항

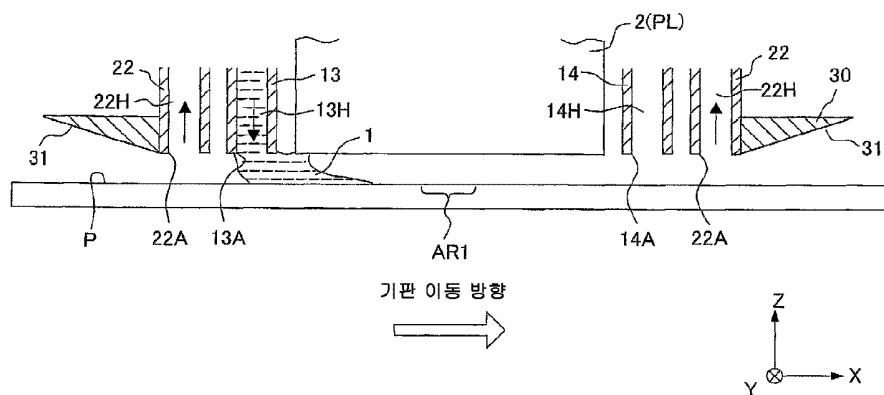
심사관 : 박문철

(54) 발명의 명칭 노광 장치 및 디바이스 제조 방법

(57) 요 약

노광 장치는, 기판(P) 위에 형성된 액침 영역의 액체(1)와 투영 광학계(PL)를 통해 패턴의 상을 기판(P) 위에 투영 노광하는 것으로, 패턴의 상이 투영되는 투영 영역(AR1)의 양측에, 액체(1)를 공급하기 위한 공급구(13A, 14A)를 지니며, 양측의 공급구(13A, 14A)로부터 동시에 공급할 수 있는 액체 공급 기구를 갖추고 있다. 액체 공급 기구에 의한 액체(1)의 공급은 양측의 공급구(13A, 14A) 중의 한 쪽의 공급구(13A)에서만 시작된다. 투영 광학계와 대향하여 배치되어 있는 물체, 예컨대 기판을 이동시키면서, 액체를 공급하더라도 좋다. 기포 등의 발생을 억제하면서 투영 광학계의 상면(像面) 측의 광로 공간을 신속하게 액체로 채울 수 있다.

대 표 도



특허청구의 범위

청구항 1

액체를 통해 기판 위에 패턴의 상(像)을 투영하여, 상기 기판을 노광하는 노광 장치로서,
 상기 패턴의 상을 기판 위에 투영하는 투영 광학계;
 상기 투영 광학계에 의해 패턴의 상이 투영되는 투영 영역의 양측에 액체를 공급하기 위한 공급구를 각각 지니며, 이들 공급구로부터 액체를 공급하는 액체 공급 기구; 및
 상기 기판을 유지하여 이동하는 기판 스테이지를 구비하고,
 액체 공급 기구가 액체의 공급을 시작할 때는, 액체 공급 기구는 상기 양측의 공급구 중의 한쪽으로부터만 상기 기판 스테이지 위 또는 상기 기판 스테이지에 유지되는 상기 기판 위에 액체를 공급하고, 일측의 공급구로부터 액체의 공급을 개시한 후, 양측의 공급구로부터 액체의 공급을 개시하는 것인 노광 장치.

청구항 2

제1항에 있어서, 상기 기판 위의 복수의 쇼트(shot) 영역의 각각은, 상기 기판을 미리 결정된 주사 방향으로 이동하면서 노광되고, 상기 공급구는, 상기 주사 방향에 대하여 상기 투영 영역의 양측에 배치되어 있는 것인 노광 장치.

청구항 3

제2항에 있어서, 상기 액체 공급 기구에 의한 액체의 공급은, 상기 기판을 상기 주사 방향과 평행하게 이동하면서 시작되는 것인 노광 장치.

청구항 4

제1항에 있어서, 상기 액체 공급 기구에 의한 액체의 공급은, 상기 기판을 이동시키면서 시작되는 것인 노광 장치.

청구항 5

삭제

청구항 6

제1항에 있어서, 상기 양측의 공급구로부터 액체의 공급을 시작한 후, 상기 기판의 노광을 시작하는 것인 노광 장치.

청구항 7

제4항에 있어서, 상기 액체 공급 기구의 상기 한 쪽의 공급구는, 다른 쪽의 공급구보다도, 기판의 이동 방향에 있어서 후방에 위치하는 것인 노광 장치.

청구항 8

제1항에 있어서, 액체 공급 기구의 양측의 공급구 중의 한 쪽으로부터만 액체를 공급하도록 액체 공급 기구를 제어하는 제어 장치를 더 구비하는 노광 장치.

청구항 9

제8항에 있어서, 상기 제어 장치는 기판 스테이지의 이동을 제어하는 것인 노광 장치.

청구항 10

제1항에 있어서, 상기 액체 공급 기구는 상기 양측의 공급구로부터 동시에 액체를 공급할 수 있는 것인 노광 장치.

청구항 11

액체를 통해 기판 위에 패턴의 상(像)을 투영하여, 상기 기판을 노광하는 노광 방법으로서,
노광 동작을 하기 전에, 패턴의 상이 투영되는 투영 영역의 한쪽 측으로부터 액체를 공급하기 시작하는 단계;
노광 동작을 하는 중에, 그 투영 영역의 양쪽 측으로부터 액체를 공급하는 단계; 및
공급한 액체를 통해 기판 위에 패턴의 상을 투영하여 기판을 노광하는 단계를 포함하는 노광 방법.

청구항 12

제11항에 있어서, 상기 노광시에, 상기 기판을 미리 결정된 주사 방향으로 이동시키는 단계를 포함하는 노광 방법.

청구항 13

제12항에 있어서, 상기 투영 영역의 한쪽 측으로부터 액체를 공급하기 시작할 때에, 기판을 상기 주사 방향과
평행한 방향으로 이동시키는 단계를 포함하는 노광 방법.

청구항 14

제11항에 있어서, 노광 동작을 하는 중에, 투영 영역의 양쪽 측으로부터 다른 양의 액체를 공급하는 단계를 포함하는 노광 방법.

청구항 15

액체를 통해 기판 위에 패턴의 상(像)을 투영하여, 상기 기판을 노광 장치로서,
상기 패턴의 상을 기판 위에 투영하는 투영 광학계;
상기 패턴의 상이 투영되는 투영 영역의 양측에 배치되어 상기 투영 영역에 액체를 공급하기 위한 공급구를 갖는 액체 공급 기구; 및
상기 기판을 이동시키는 기판 이동 장치를 구비하고,
액체 공급 기구에 의한 액체의 공급은, 기판 이동 장치에 의해 기판을 이동시키면서 상기 양측의 공급구로부터 시작되는 것인 노광 장치.

청구항 16

제15항에 있어서, 상기 패턴의 상이 투영되는 투영 영역과 상기 공급구를 잇는 직선과 평행하게 상기 기판을 이동시키면서 상기 액체의 공급이 시작되는 것인 노광 장치.

청구항 17

제16항에 있어서, 상기 기판 위의 복수의 쇼트 영역의 각각은 상기 기판을 미리 결정된 주사 방향으로 이동하면서 노광되고, 상기 투영 영역과 상기 공급구를 잇는 직선은 상기 주사 방향과 평행한 것인 노광 장치.

청구항 18

제15항에 있어서, 상기 공급구는, 상기 패턴의 상이 투영되는 투영 영역의 양측에 배치되며, 그 양측의 공급구로부터 동시에 공급을 시작하는 것인 노광 장치.

청구항 19

제18항에 있어서, 상기 양측의 공급구로부터 다른 양으로 공급을 시작하는 노광 장치.

청구항 20

제15항에 있어서, 상기 기판 위의 복수의 쇼트 영역의 각각은, 상기 기판을 미리 결정된 주사 방향으로 이동하면서 노광되고, 상기 액체의 공급을 시작할 때의 상기 기판의 이동 방향은, 상기 복수의 쇼트 영역 중의 제 1

번째의 피노광 쇼트 영역을 노광할 때의 상기 기판의 이동 방향에 따라서 결정되는 것인 노광 장치.

청구항 21

제20항에 있어서, 상기 액체의 공급을 시작할 때의 상기 기판의 이동 방향은, 액체가 공급되는 쇼트 영역의 노광에 있어서의 주사 방향과 반대인 것인 노광 장치.

청구항 22

제21항에 있어서, 액체 공급 기구가 액체의 공급을 시작할 때는, 기판의 이동 방향에 있어서 후방에 위치하는 공급구로부터 액체를 공급하는 것인 노광 장치.

청구항 23

삭제

청구항 24

제15항에 있어서, 액체 공급 기구에 의한 액체의 공급이, 기판 이동 장치에 의해 기판을 이동시키면서 시작되도록 액체 공급 기구를 제어하는 제어 장치를 더 구비하는 노광 장치.

청구항 25

제24항에 있어서, 상기 기판 이동 장치는 기판을 유지하여 이동할 수 있는 기판 스테이지이며, 상기 제어 장치는 기판 스테이지의 이동을 제어하는 것인 노광 장치.

청구항 26

액체를 통해 기판 위에 패턴의 상(像)을 투영하여, 상기 기판을 노광하는 노광 방법으로서,
노광 동작을 하기 전에, 상기 기판을 이동시키면서 패턴의 상이 투영되는 투영 영역을 사이에 두는 양측으로부터 액체의 공급을 시작하는 단계; 및

공급된 액체를 통해 기판 위에 패턴의 상을 투영하여 기판을 노광하는 단계를 포함하는 노광 방법.

청구항 27

제26항에 있어서, 상기 기판의 노광시에, 상기 기판을 미리 결정된 주사 방향으로 이동하며, 상기 투영 영역과 상기 액체가 공급되는 위치를 잇는 직선은 상기 주사 방향과 평행한 것인 노광 방법.

청구항 28

삭제

청구항 29

삭제

청구항 30

제26항 또는 제27항에 있어서, 상기 기판 위의 복수의 쇼트 영역의 각각은, 상기 기판을 미리 결정된 주사 방향으로 이동하면서 노광되고, 상기 액체의 공급을 시작할 때의 상기 기판의 이동 방향은, 상기 복수의 쇼트 영역 중의 제 1 번째의 피노광 쇼트 영역을 노광할 때의 상기 기판의 이동 방향에 따라서 결정되는 것인 노광 방법.

청구항 31

액체를 통해 기판 위에 패턴의 상(像)을 투영하여, 상기 기판을 노광하는 노광 장치로서,
상기 패턴의 상을 기판 위에 투영하는 투영 광학계; 및
상기 투영 광학계에 의해 패턴의 상이 투영되는 투영 영역의 양측에 액체를 공급하기 위한 공급구를 각각 지니

며, 이들 공급구로부터 액체를 공급하는 액체 공급 기구를 구비하고,

액체 공급 기구가 액체의 공급을 시작할 때는, 액체 공급 기구는 상기 양측의 공급구로부터 다른 양의 액체를 공급하는 것인 노광 장치.

청구항 32

제31항에 있어서, 상기 기판 위의 복수의 쇼트 영역의 각각은, 상기 기판을 미리 결정된 주사 방향으로 이동하면서 노광되고, 상기 공급구는, 상기 주사 방향에 대하여 상기 투영 영역의 양측에 배치되어 있는 것인 노광 장치.

청구항 33

제31항에 있어서, 상기 액체 공급 기구에 의한 액체의 공급은, 상기 기판을 이동시키면서 시작되는 것인 노광 장치.

청구항 34

제31항에 있어서, 액체 공급 기구의 양측의 공급구로부터 다른 양의 액체를 공급하도록 액체 공급 기구를 제어하는 제어 장치를 더 구비하는 노광 장치.

청구항 35

제31항에 있어서, 기판을 유지하여 이동하는 기판 스테이지와 상기 기판 스테이지의 이동을 제어하는 제어 장치를 더 구비하는 노광 장치.

청구항 36

액체를 통해 기판 위에 패턴의 상(像)을 투영하여, 상기 기판을 노광하는 노광 방법으로서,

노광 동작을 하기 전에, 패턴의 상이 투영되는 투영 영역의 양측으로부터 다른 양의 액체를 공급하기 시작하는 단계; 및

공급한 액체를 통해 기판 위에 패턴의 상을 투영하여 기판을 노광하는 단계를 포함하는 노광 방법.

청구항 37

제36항에 있어서, 상기 노광시에, 상기 기판은 미리 결정된 주사 방향으로 이동되고,

상기 주사 방향에 대하여 상기 투영 영역의 양측으로부터 다른 양의 액체를 공급하기 시작하는 단계를 포함하는 노광 방법.

청구항 38

제36항에 있어서, 액체를 공급하기 시작할 때에, 기판을 미리 결정된 방향으로 이동시키는 단계를 포함하는 노광 방법.

청구항 39

액체를 통해 기판 위에 패턴의 상(像)을 투영하여, 상기 기판을 노광하는 노광 장치로서,

상기 패턴의 상을 기판 위에 투영하는 투영 광학계; 및

투영 광학계에 의해 패턴의 상이 투영되는 투영 영역의 제1측과 제2측에 액체를 공급하기 위한 공급구를 각각 지니며, 이들 공급구로부터 액체를 공급하는 액체 공급 기구를 구비하고,

액체 공급 기구가 액체의 공급을 시작할 때는, 상기 제1측의 공급구로부터만 액체를 공급하고, 상기 제1측의 공급구로부터 액체의 공급을 시작한 후, 상기 제1측 및 상기 제2측의 공급구로부터 액체의 공급을 시작하는 것인 노광 장치.

청구항 40

삭제

청구항 41

제39항에 있어서, 상기 제1측과 제2측은 투영 영역의 양측을 포함하는 것인 노광 장치.

청구항 42

액체를 통해 기판 위에 패턴의 상(像)을 투영하여, 상기 기판을 노광하는 노광 장치로서,
상기 패턴의 상을 기판 위에 투영하는 투영 광학계; 및
투영 광학계에 의해 패턴의 상이 투영되는 투영 영역의 제1측과 제2측에 액체를 공급하기 위한 공급구를 각각
지니며, 이들 공급구로부터 액체를 공급하는 액체 공급 기구를 구비하고,
액체 공급 기구가 액체의 공급을 시작할 때는, 액체 공급 기구는 제1측의 공급구와 제2측의 공급구로부터 다른
양의 액체를 공급하는 것인 노광 장치.

청구항 43

제42항에 있어서, 상기 제1측과 제2측은 투영 영역의 양측을 포함하는 것인 노광 장치.

청구항 44

제1항 내지 제4항, 제6항 내지 제10항, 제15항 내지 제22항, 제24항 내지 제25항, 제31항 내지 제35항, 제39항
또는 제41항 내지 제43항 중 어느 한 항에 기재한 노광 장치를 이용하는 것을 특징으로 하는 디바이스 제조 방법.

청구항 45

액체를 통해 기판 위에 패턴의 상(像)을 투영 광학계에 의해 투영하여, 상기 기판을 노광하는 노광 방법으로서,
노광 동작을 하기 전에, 상기 투영 광학계의 상면(像面) 측에 배치된 물체를 이동하면서 패턴의 상이 투영되는
투영 영역의 양측으로부터 액체의 공급을 시작하는 단계; 및
상기 투영 광학계와 상기 기판과의 사이의 액체를 통해 기판 위에 패턴의 상을 투영하여 기판을 노광하는 단계
를 포함하는 노광 방법.

청구항 46

제45항에 있어서, 상기 물체는 상기 기판을 포함하는 것인 노광 방법.

청구항 47

삭제

청구항 48

삭제

청구항 49

제45항에 있어서, 상기 액체의 공급을 시작할 때는, 상기 투영 영역의 제1측과 제2측의 양쪽으로부터 다른 양의
액체가 공급되는 것인 노광 방법.

청구항 50

제49항에 있어서, 상기 투영 영역의 제1측과 제2측은 상기 투영 영역의 양측인 것인 노광 방법.

청구항 51

액체를 통해 기판 위에 패턴의 상(像)을 투영 광학계에 의해 투영하여, 상기 기판을 노광하는 노광 방법으로서,
상기 투영 광학계의 상면(像面) 측에 배치된 물체를 요동시키면서 상기 패턴의 상이 투영되는 투영 영역의 양측

으로부터 액체의 공급을 개시하는 단계; 및

상기 투영 광학계와 상기 기판 사이에 형성시킨 상기 액체의 액침 영역을 사이에 두고, 기판 위에 패턴의 상을 투영하여 기판을 노광하는 단계;

를 포함하는 노광 방법.

청구항 52

제51항에 있어서, 상기 물체는 상기 기판을 포함하는 것인 노광 방법.

청구항 53

삭제

청구항 54

제51항 또는 제52항에 있어서, 상기 액체의 공급은,

상기 투영 영역의 제1 측과 제2 측 양측으로부터 개시되는 것인 노광 방법.

청구항 55

제54항에 있어서, 상기 투영 영역의 제1 측과 제2 측 양측으로부터 다른 양의 액체가 공급되는 것인 노광 방법.

청구항 56

삭제

청구항 57

삭제

청구항 58

삭제

청구항 59

삭제

청구항 60

삭제

청구항 61

제15항에 있어서, 상기 기판 이동 장치는, 상기 기판을 제1 방향 및 상기 제1 방향과 반대 측의 제2 방향으로 교대로 이동시키는 것인 노광 장치.

청구항 62

삭제

청구항 63

삭제

청구항 64

제51항에 있어서, 상기 요동은 상기 투영 광학계의 광축과 교차하는 제1 방향으로 상기 물체를 이동시킨 후, 상기 제 1 방향과 역방향의 제2 방향으로 상기 물체를 이동시키는 것을 포함하는 것인 노광 방법.

청구항 65

제64항에 있어서, 상기 제 1 방향 및 상기 제 2 방향에의 상기 물체의 이동을 여러 차례 반복하는 것에 의해, 상기 액침 영역이 상기 투영 광학계 아래에 형성되는 것인 노광 방법.

청구항 66

제51항에 있어서, 상기 물체는, 상기 기판을 유지하는 기판 스테이지를 포함하는 것인 노광 방법.

청구항 67

액체를 통해 기판 위에 패턴의 상을 투영하여, 상기 기판을 노광하는 노광 장치로서,
상기 패턴의 상을 기판 위에 투영하는 투영 광학계와,
상기 기판을 유지하여 상기 투영 광학계 아래를 이동하는 기판 스테이지와,
상기 투영 광학계에 의해 패턴의 상이 투영되는 투영 영역의 양측에 배치되는 공급구를 통해 액체를 상기 투영 영역에 공급하는 액체 공급 기구를 구비하고,
상기 투영 광학계의 상면 측에 배치된 물체를 요동시키는 것과 함께 상기 양측의 공급구로부터 상기 물체 위에 액체를 공급하는 것에 의해, 상기 투영 광학계 아래에 상기 액체의 액침 영역이 형성되는 노광 장치.

청구항 68

제67항에 있어서, 상기 물체는 기판 스테이지에 지지되는 상기 기판을 포함하는 것인 노광 장치.

청구항 69

제67항에 있어서, 상기 물체는, 상기 기판을 지지하는 기판 스테이지의 상면을 포함하는 것인 노광 장치.

청구항 70

제67항에 있어서, 상기 요동은, 상기 투영 광학계의 광축과 교차하는 제1 방향으로 상기 물체를 이동시킨 후, 상기 제 1 방향과 역방향의 제2 방향으로 상기 물체를 이동시키는 것을 포함하는 것인 노광 장치.

청구항 71

제70항에 있어서, 상기 제 1 방향 및 상기 제 2 방향에의 상기 물체의 이동을 여러 차례 반복하는 것에 의해, 상기 액침 영역이 상기 투영 광학계 아래에 형성되는 것인 노광 장치.

청구항 72

액체를 통해 기판 위에 패턴의 상을 투영하여, 상기 기판을 노광하는 노광 장치로서,
상기 패턴의 상을 기판 위에 투영하는 투영 광학계와,
상기 기판을 유지하여 상기 투영 광학계 아래를 이동하는 기판 스테이지와,
상기 투영 광학계에 의해 패턴의 상이 투영되는 투영 영역의 주위에 배치되어 상기 투영 영역에 액체를 공급하는 제1측의 공급구와, 상기 제1측의 공급구와는 다른 공급구이고 상기 투영 영역에 액체를 공급하는 제2측의 공급구를 구비하는 액체 공급 기구를 구비하고,
상기 액체 공급 기구가 액체의 공급을 개시할 때는, 상기 제1측의 공급구로부터만 액체를 공급하고, 상기 제1측의 공급구로부터 액체가 공급된 후에 상기 제1측의 공급구 및 상기 제2측의 공급구로부터 액체를 공급하는 것인 노광 장치.

청구항 73

제72항에 있어서, 상기 제2측의 공급구는, 상기 투영 광학계의 아래에 상기 기판 스테이지가 자리매김 되었을 때 상기 기판 스테이지와 대향하도록 배치되고 있는 것인 노광 장치.

청구항 74

제1항, 제15항, 제31항 및 제67항 중 어느 한 항에 있어서, 상기 투영 영역에 공급된 액체를 회수하는 회수구를

구비하는 액체 회수 기구를 더 가지고,

상기 회수구는, 상기 투영 영역에 대하여 상기 양측의 공급구보다도 외측에 배치되는 것인 노광 장치.

청구항 75

제74항에 있어서, 기체와 함께 상기 액체가 상기 회수구를 통해 회수되는 것인 노광 장치.

청구항 76

제67항 또는 제72항에 있어서, 상기 기판 스테이지를 이동시키면서, 상기 액체 공급 기구에 의해 액체의 공급을 개시하는 것인 노광 장치.

청구항 77

제1항, 제15항, 제31항, 제39항, 제42항, 제67항 및 제72항 중 어느 한 항에 있어서, 상기 투영 광학계 아래에 상기 액체의 액침 영역이 형성되었는지를 검출하는 검출 장치를 더 구비하는 노광 장치.

청구항 78

제11항, 제26항, 제36항, 제45항 및 제51항 중 어느 한 항에 있어서, 상기 투영 영역에 공급된 액체를 회수구를 통해 회수하는 단계를 더 가지고,

상기 회수구는, 상기 액체를 공급하기 위한 공급구보다도 상기 투영 영역에 대하여 외측에 배치되는 것인 노광 방법.

청구항 79

제78항에 있어서, 기체와 함께 상기 액체가 상기 회수구를 통해 회수되는 것인 노광 방법.

청구항 80

제11항, 제26항, 제36항, 제45항 및 제51항 중 어느 한 항에 있어서, 상기 패턴의 상을 투영하는 투영 광학계 아래에 상기 액체의 액침 영역이 형성되었는지를 검출하는 단계를 더 가지는 것인 노광 방법.

청구항 81

제39항, 제42항 및 제72항 중 어느 한 항에 있어서, 상기 투영 영역에 공급된 액체를 회수하는 회수구를 구비하는 액체 회수 기구를 더 가지고,

상기 회수구는, 상기 투영 영역에 대하여 상기 제1측의 공급구 및 상기 제2측의 공급구보다도 외측에 배치되는 것인 노광 장치.

명세서

기술 분야

[0001] 본 발명은, 투영 광학계와 기판과의 사이에 액침 영역을 형성한 상태로 기판에 패턴을 노광하는 노광 장치 및 디바이스 제조 방법에 관한 것이다.

배경 기술

[0002] 반도체 디바이스나 액정 표시 디바이스는, 마스크 위에 형성된 패턴을 감광성의 기판 위에 전사하는, 소위 포토리소그래피의 수법에 의해 제조된다. 이 포토리소그래피 공정에서 사용되는 노광 장치는 마스크를 지지하는 마스크 스테이지와 기판을 지지하는 기판 스테이지를 지니고, 마스크 스테이지 및 기판 스테이지를 축차 이동하면서 마스크의 패턴을 투영 광학계를 통해 기판에 전사하는 것이다. 최근, 디바이스 패턴의 한층 더한 고집적화에 대응하기 위해서 투영 광학계의 보다 더한 고해상도화가 요구되고 있다. 투영 광학계의 해상도는 사용하는 노광 파장이 짧을수록, 또 투영 광학계의 개구수가 클수록 높아진다. 그 때문에, 노광 장치에서 사용되는 노광 파장은 해마다 단파장화하고 있으며, 투영 광학계의 개구수도 늘어나고 있다. 그리고, 현재 주류의 노광 파장은 KrF 엑시머 레이저의 248 nm이지만, 더욱 단파장인 ArF 엑시머 레이저의 193 nm도 실용화되고 있다. 또한,

노광을 할 때에는, 해상도와 마찬가지로 초점 심도(DOF)도 중요하게 된다. 해상도(R) 및 초점 심도(δ)는 각각 이하의 식으로 나타내어진다.

[0003] $R=k_1 \cdot \lambda / NA$ (1)

[0004] $\delta = \pm k_2 \cdot \lambda / NA^2$ (2)

[0005] 여기서, λ 는 노광 파장, NA는 투영 광학계의 개구수, k_1 , k_2 는 프로세스 계수이다. (1)식, (2)식으로부터, 해상도(R)를 높이기 위해서, 노광 파장(λ)을 짧게 하고, 개구수(NA)를 크게 하면, 초점 심도(δ)가 좁게 되는 것을 알 수 있다.

[0006] 초점 심도(δ)가 지나치게 좁아지면, 투영 광학계의 상면(像面)에 대하여 기판 표면을 합치시키기가 곤란하게 되어, 노광 동작시의 포커스 마진이 부족하게 될 우려가 있다. 그래서, 실질적으로 노광 파장을 짧게 하고, 또 초점 심도를 넓히는 방법으로서, 예컨대, 국제 공개 제99/49504호 공보에 개시되어 있는 액침법이 제안되어 있다. 이 액침법은 투영 광학계의 하면과 기판 표면 사이를 물이나 유기 용매 등의 액체로 채워 액침 영역을 형성하고, 액체 속에서의 노광광의 파장이 공기 중의 $1/n$ (n 은 액체의 굴절율로 통상 1.2 ~ 1.6 정도)이 되는 것을 이용하여 해상도를 향상시키고, 초점 심도를 약 n 배로 확대한다고 하는 것이다.

[0007] 그런데, 예컨대 기판을 기판 스테이지에 로드한 후, 기판 스테이지에 올려진 기판 위에 액침 영역을 형성할 때, 작업 처리량 향상의 관점에서 기판과 투영 광학계 사이에 액체를 단시간에 채울 것이 요구된다. 또한, 액 속에 기포 등이 존재하면 기판 위에 형성되는 패턴의 상 열화를 초래하기 때문에, 기포를 존재하지 않게 한 상태에서 액침 영역을 형성할 것이 요구된다.

발명의 상세한 설명

[0008] 본 발명은 이러한 사정에 감안하여 이루어진 것으로, 기포 등의 발생을 억제하면서 투영 광학계와 기판 사이를 신속하게 액체로 채울 수 있어, 패턴의 상 열화를 초래하는 일없이 높은 작업 처리량으로 노광 처리할 수 있는 노광 장치 및 디바이스 제조 방법을 제공하는 것을 목적으로 한다.

[0009] 상기한 과제를 해결하기 위해서, 본 발명은 실시형태에 나타내는 도 1 ~ 도 8에 대응시킨 이하의 구성을 채용하고 있다. 단, 각 요소에 붙인 팔호가 달린 부호는 그 요소의 예시에 지나지 않으며, 각 요소를 한정하는 것은 아니다.

[0010] 본 발명의 제1의 형태에 따르면, 액체(1)를 통해 기판(P) 위에 패턴의 상을 투영하여, 상기 기판을 노광하는 노광 장치로서,

[0011] 상기 패턴의 상을 기판(P) 위에 투영하는 투영 광학계(PL)와;

[0012] 투영 광학계(PL)에 의해 패턴의 상이 투영되는 투영 영역(AR1)의 양측에 액체(1)를 공급하기 위한 공급구(13A, 14A)를 각각 지니며, 이를 공급구(13A, 14A)로부터 액체를 공급하는 액체 공급 기구(10)를 구비하고;

[0013] 액체 공급 기구(10)가 액체(1)의 공급을 시작할 때는, 액체 공급 기구(10)는 상기 양측의 공급구(13A, 14A) 중의 한 쪽으로부터만 액체를 공급하는 노광 장치(EX)가 제공된다.

[0014] 본 발명의 제2의 형태에 따르면, 액체(1)를 통해 기판(P) 위에 패턴의 상을 투영하여, 상기 기판을 노광하는 노광 방법으로서,

[0015] 노광 동작을 하기 전에, 패턴의 상이 투영되는 투영 영역(AR1)에, 투영 영역의 한 쪽의 측으로부터 액체(1)를 공급하기 시작하는 것과;

[0016] 노광 동작을 하는 중에, 그 투영 영역(AR1)의 양쪽의 측으로부터 액체를 공급하는 것과;

[0017] 공급한 액체를 통해 기판(P) 위에 패턴의 상을 투영하여 기판을 노광하는 것을 포함하는 노광 방법이 제공되다.

[0018] 본 발명의 제1및 제2의 형태에 따르면, 예컨대 기판을 기판 스테이지에 로드한 후, 투영 영역의 양측에 배치된 공급구 중, 한 쪽의 공급구로부터만 액체의 공급을 시작하여 액침 영역을 형성함으로써, 기포 등의 발생을 억제하면서 액침 영역을 신속하게 형성할 수 있다. 투영 영역의 양측의 공급구로부터 동시에 액체의 공급을 시작하는 경우에 비해서, 반대 방향으로 진행하는 액체끼리의 충돌 또는 간섭이 생기기 어렵게 되기 때문에 액침 영역

에 있어서의 기포의 잔류가 억제되고, 또한, 액침 영역을 보다 신속하고 또 확실하게 액체로 채울 수 있다. 이 결과, 기포 등을 제거하는 처리가 불필요하게 되고, 또한, 투영 광학계와 기판 사이의 액침 영역에 액체가 충분히 채워지는 시간을 단축하여 작업 처리량을 향상시킬 수 있다.

- [0019] 본 발명의 제3의 형태에 따르면, 액체(1)를 통해 기판(P) 위에 패턴의 상을 투영하여, 상기 기판을 노광 장치로서,
- [0020] 상기 패턴의 상을 기판(P) 위에 투영하는 투영 광학계(PL)와;
- [0021] 액체(1)를 공급하기 위한 공급구(13A, 14A)를 갖는 액체 공급 기구(10)와;
- [0022] 상기 기판(P)을 이동하는 기판 이동 장치(PST)를 구비하고;
- [0023] 액체 공급 기구(10)에 의한 액체(1)의 공급은, 기판 이동 장치(PST)에 의해 기판(P)을 이동하면서 시작되는 노광 장치(EX)가 제공된다.
- [0024] 본 발명의 제4의 형태에 따르면, 액체(1)를 통해 기판(P) 위에 패턴의 상을 투영하여, 상기 기판을 노광하는 노광 방법으로서,
- [0025] 노광 동작을 하기 전에, 상기 기판(P)을 이동하면서 패턴의 상이 투영되는 투영 영역(AR1)에 액체의 공급을 시작하는 것과;
- [0026] 공급된 액체를 통해 기판(P) 위에 패턴의 상을 투영하여 기판을 노광하는 것을 포함하는 노광 방법이 제공된다.
- [0027] 본 발명의 제3및 제4의 형태에 따르면, 예컨대 기판을 기판 스테이지와 같은 기판 이동 장치에 로드한 후, 기판을 이동하면서 액체 공급 기구의 공급구로부터 액체의 공급을 시작하여 액침 영역을 형성함으로써, 기포 등의 발생을 억제하면서 액침 영역을 신속하게 형성할 수 있다. 특히, 액침 영역을 형성할 때에 기판을 멈춘 상태로 액체를 공급하는 경우에 비해서, 투영 광학계와 기판 사이에 액체가 충분히 채워질 때까지 시간을 단축하여, 작업 처리량을 향상시킬 수 있고, 또한, 투영 광학계와 기판 사이를 액체로 보다 확실하게 채우는 것이 가능해진다.
- [0028] 본 발명의 제5의 형태에 따르면, 액체(1)를 통해 기판(P) 위에 패턴의 상을 투영하여, 상기 기판을 노광 장치로서,
- [0029] 상기 패턴의 상을 기판(P) 위에 투영하는 투영 광학계(PL)와;
- [0030] 투영 광학계(PL)에 의해 패턴의 상이 투영되는 투영 영역(AR1)의 양측에 액체(1)를 공급하기 위한 공급구(13A, 14A)를 각각 지니며, 이들 공급구(13A, 14A)로부터 액체를 공급하는 액체 공급 기구(10)를 구비하고;
- [0031] 액체 공급 기구(10)가 액체(1)의 공급을 시작할 때는, 액체 공급 기구(10)는 상기 양측의 공급구(13A, 14A)로부터 다른 양의 액체를 공급하는 노광 장치가 제공된다.
- [0032] 본 발명의 제6의 형태에 따르면, 액체(1)를 통해 기판(P) 위에 패턴의 상을 투영하여, 상기 기판을 노광하는 노광 방법으로서,
- [0033] 노광 동작을 하기 전에, 패턴의 상이 투영되는 투영 영역의 양측으로부터 다른 양의 액체를 공급하기 시작하는 것과;
- [0034] 공급한 액체를 통해 기판 위에 패턴의 상을 투영하여 기판을 노광하는 것을 포함하는 노광 방법이 제공된다.
- [0035] 본 발명의 제5 및 제6의 형태에 따르면, 투영 광학계와 기판 사이에 액체가 충분히 채워질 때까지 시간을 단축하여, 작업 처리량을 향상시킬 수 있고, 또한, 기포의 잔류를 억제하면서, 투영 광학계와 기판 사이를 액체로 보다 확실하게 채우는 것이 가능해진다.
- [0036] 본 발명의 제7의 형태에 따르면, 액체(1)를 통해 기판(P) 위에 패턴의 상을 투영하여, 상기 기판을 노광 장치로서,
- [0037] 상기 패턴의 상을 기판(P) 위에 투영하는 투영 광학계(PL)와;
- [0038] 투영 광학계(PL)에 의해 패턴의 상이 투영되는 투영 영역(AR1)의 제1측과 제2측에 액체(1)를 공급하기 위한 공급구(13A, 14A)를 각각 지니며, 이들 공급구(13A, 14A)로부터 액체를 공급하는 액체 공급 기구(10)를 구비하고;

- [0039] 액체 공급 기구(10)가 액체(1)의 공급을 시작할 때는, 액체 공급 기구(10)는 상기 제1측의 공급구(13A)로부터 액체를 공급하는 노광 장치가 제공된다.
- [0040] 본 발명의 제7의 형태에 따르면, 투영 광학계와 기판 사이에 액체가 충분히 채워질 때까지 시간을 단축하여, 작업 처리량을 향상시킬 수 있고, 또한, 기포의 잔류를 억제하면서, 투영 광학계와 기판 사이를 액체로 보다 확실하게 채우는 것이 가능해진다.
- [0041] 본 발명의 제8의 형태에 따르면, 액체(1)를 통해 기판(P) 위에 패턴의 상을 투영하여, 상기 기판을 노광하는 노광 장치로서,
- [0042] 상기 패턴의 상을 기판(P) 위에 투영하는 투영 광학계(PL)와;
- [0043] 투영 광학계(PL)에 의해 패턴의 상이 투영되는 투영 영역(AR1)의 제1측과 제2측에 액체(1)를 공급하기 위한 공급구(13A, 14A)를 각각 지니며, 이들 공급구(13A, 14A)로부터 액체를 공급하는 액체 공급 기구(10)를 구비하고;
- [0044] 액체 공급 기구(10)가 액체(1)의 공급을 시작할 때는, 액체 공급 기구(10)는 상기 제1측의 공급구(13A)와 상기 제2측의 공급구(14A)로부터 다른 양의 액체를 공급하는 노광 장치가 제공된다.
- [0045] 본 발명의 제8의 형태에 따르면, 투영 광학계와 기판 사이에 액체가 충분히 채워질 때까지 시간을 단축하여, 작업 처리량을 향상시킬 수 있고, 또한, 기포의 잔류를 억제하면서, 투영 광학계와 기판 사이를 액체로 보다 확실하게 채우는 것이 가능해진다.
- [0046] 본 발명의 제9의 형태에 따르면, 액체(1)를 통해 기판(P) 위에 패턴의 상을 투영 광학계(PL)에 의해 투영하여, 상기 기판을 노광하는 노광 방법으로서,
- [0047] 노광 동작을 하기 전에, 상기 투영 광학계의 상면 측에 배치된 물체(P, PST)를 이동하면서 패턴의 상이 투영되는 투영 영역(AR1)에 액체의 공급을 시작하는 것과;
- [0048] 투영 광학계(PL)와 기판(P) 사이의 액체(1)를 통해 기판(P) 위에 패턴의 상을 투영하여 기판을 노광하는 것을 포함하는 노광 방법이 제공된다.
- [0049] 본 발명의 제9의 형태에 따르면, 투영 광학계의 상면 측의 광로 공간에 액체가 충분히 채워질 때까지 시간을 단축하여, 작업 처리량을 향상시킬 수 있고, 또한, 기포의 잔류를 억제하면서, 투영 광학계와 기판 사이를 액체로 보다 확실하게 채우는 것이 가능해진다.
- [0050] 본 발명의 제10의 형태에 따르면, 상기 형태의 노광 장치(EX)를 이용하는 것을 특징으로 하는 디바이스 제조 방법이 제공된다. 본 발명에 따르면, 작업 처리량을 향상시킬 수 있으며, 양호한 패턴 정밀도로 형성된 패턴을 갖는 디바이스를 제공할 수 있다.
- 본 발명의 제11의 형태에 따르면, 액체를 통해 기판 위에 패턴의 상(像)을 투영 광학계에 의해 투영하여, 기판을 노광하는 노광 방법으로서, 액체를 공급하여 형성하는 액침 영역에 기포가 존재하지 않도록, 투영 광학계의 상면(像面) 측에 배치된 물체를 요동시키면서 패턴의 상이 투영되는 투영 영역에 액체의 공급을 개시하는 단계; 및 투영 광학계와 기판 사이의 액침 영역을 사이에 두고, 기판 위에 패턴의 상을 투영하여 기판을 노광하는 단계;를 포함하는 노광 방법이 제공된다.

실시 예

- [0059] 이하, 본 발명의 노광 장치의 실시형태에 관해서 도면을 참조하면서 설명하지만, 본 발명은 이것에 한정되지 않는다.
- [0060] 도 1은 본 발명의 노광 장치의 일 실시형태를 도시하는 개략 구성도이다. 도 1에서, 노광 장치(EX)는 마스크(M)를 지지하는 마스크 스테이지(MST)와, 기판(P)을 지지하는 기판 스테이지(PST)와, 마스크 스테이지(MST)에 지지되어 있는 마스크(M)를 노광광(EL)으로 조명하는 조명 광학계(IL)와, 노광광(EL)으로 조명된 마스크(M)의 패턴 상을 기판 스테이지(PST)에 지지되어 있는 기판(P)에 투영 노광하는 투영 광학계(PL)와, 노광 장치(EX) 전체의 동작을 통괄 제어하는 제어 장치(CONT)를 구비하고 있다.
- [0061] 또한, 본 실시형태의 노광 장치(EX)는, 노광 과장을 실질적으로 깊게 하여 해상도를 향상시키고, 초점 심도를 실질적으로 넓히기 위해서 액침법을 적용한 액침 노광 장치로서, 기판(P) 위에 액체(1)를 공급하는 액체 공급 기구(10)와, 기판(P) 위의 액체(1)를 회수하는 액체 회수 기구(20)를 구비하고 있다. 노광 장치(EX)는 적어도 마스크(M)의 패턴 상을 기판(P) 위에 전사하고 있는 동안, 액체 공급 기구(10)로부터 공급한 액체(1)에 의해 투

영 광학계(PL)의 투영 영역(AR1)을 포함하는 기판(P) 위의 일부에 액침 영역(AR2)을 형성한다. 구체적으로는 노광 장치(EX)는, 투영 광학계(PL)의 선단부의 광학 소자(2)와 기판(P)의 표면과의 사이에 액체(1)를 채워, 이 투영 광학계(PL)와 기판(P) 사이의 액체(1) 및 투영 광학계(PL)를 통해 마스크(M)의 패턴 상을 기판(P) 위에 투영하여, 기판(P)을 노광한다.

[0062] 여기서, 본 실시형태에서는, 노광 장치(EX)로서 마스크(M)와 기판(P)을 주사 방향에 있어서의 서로 다른 방향(역방향)으로 동기 이동하면서 마스크(M)에 형성된 패턴을 기판(P)에 노광하는 주사형 노광 장치(소위 스캐닝 스테퍼)를 사용하는 경우를 예로 들어 설명한다. 이하의 설명에 있어서, 투영 광학계(PL)의 광축(AX)과 일치하는 방향을 Z축 방향, Z축 방향에 수직인 평면 내에서 마스크(M)와 기판(P)과의 동기 이동 방향(주사 방향)을 X축 방향, Z축 방향 및 X축 방향에 수직인 방향(비주사 방향)을 Y축 방향으로 한다. 또한, X축, Y축 및 Z축 둘 데의 회전(경사) 방향을 각각, ΘX , ΘY 및 ΘZ 방향으로 한다. 한편, 여기서 말하는 「기판」은 반도체 웨이퍼 위에 감광성 재료인 포토레지스트를 도포한 것을 포함하며, 「마스크」는 기판 위에 축소 투영되는 디바이스 패턴이 형성된 레티클을 포함한다.

[0063] 조명 광학계(IL)는 마스크 스테이지(MST)에 지지되어 있는 마스크(M)를 노광광(EL)으로 조명하는 것으로, 노광용 광원, 노광용 광원으로부터 사출된 광속의 조도를 균일화하는 옵티컬 인테그레이터, 옵티컬 인테그레이터로부터의 노광광(EL)을 집광하는 콘덴서 렌즈, 릴레이 렌즈계, 노광광(EL)에 의한 마스크(M) 위의 조명 영역은 조명 광학계(IL)에 의해 균일한 조도 분포의 노광광(EL)으로 조명된다. 조명 광학계(IL)로부터 사출되는 노광광(EL)으로서는, 예컨대 수은 램프로부터 사출되는 자외역의 휘선(g선, h선, I선) 및 KrF 엑시머 레이저광(파장 248 nm) 등의 원자외광(DUV광)이나, ArF 엑시머 레이저광(파장 193 nm) 및 F₂ 레이저광(파장 157 nm) 등의 진공 자외광(VUV광) 등이 이용된다. 본 실시형태에서는 ArF 엑시머 레이저광이 이용된다.

[0064] 마스크 스테이지(MST)는 마스크(M)를 지지하는 것으로, 투영 광학계(PL)의 광축(AX)에 수직인 평면 내, 즉 XY 평면 내에서 2차원 이동 가능하고 또 ΘZ 방향으로 미소 회전이 가능하다. 마스크 스테이지(MST)는 리니어 모터 등의 마스크 스테이지 구동 장치(MSTD)에 의해 구동된다. 마스크 스테이지 구동 장치(MSTD)는 제어 장치(CONT)에 의해 제어된다. 마스크 스테이지(MST) 위에는 이동 거울(50)이 설치되어 있다. 또한, 이동 거울(50)에 대향하는 위치에는 레이저 간섭계(51)가 설치되어 있다. 마스크 스테이지(MST) 위의 마스크(M)의 2차원 방향의 위치 및 회전각은 레이저 간섭계(51)에 의해 리얼타임으로 계측되어, 계측 결과는 제어 장치(CONT)에 출력된다. 제어 장치(CONT)는 레이저 간섭계(51)의 계측 결과에 기초하여 마스크 스테이지 구동 장치(MSTD)를 구동함으로써 마스크 스테이지(MST)에 지지되어 있는 마스크(M)의 위치 결정을 한다.

[0065] 투영 광학계(PL)는 마스크(M)의 패턴을 소정의 투영 배율(β)로 기판(P)에 투영 노광하는 것으로, 기판(P) 측의 선단부에 설치된 광학 소자(렌즈)(2)를 포함하는 복수의 광학 소자로 구성되어 있으며, 이들 광학 소자는 경통(PK)으로 지지되어 있다. 본 실시형태에 있어서, 투영 광학계(PL)는 투영 배율(β)이 예컨대 1/4 혹은 1/5인 축소계이다. 또, 투영 광학계(PL)는 등배계 및 확대계의 어느 것이라도 좋다. 또한, 본 실시형태의 투영 광학계(PL)의 선단부의 광학 소자(2)는 경통(PK)에 대하여 착탈(교환) 가능하게 설치되어 있고, 광학 소자(2)에는 액침 영역(AR2)의 액체(1)가 접촉한다.

[0066] 광학 소자(2)는 형석으로 형성되어 있다. 형석은 물과의 친화성이 높기 때문에, 광학 소자(2)의 액체 접촉면(2a)의 거의 전면에 액체(1)를 밀착시킬 수 있다. 즉, 본 실시형태에 있어서는 광학 소자(2)의 액체 접촉면(2a)과의 친화성이 높은 액체(물)(1)를 공급하도록 하고 있기 때문에, 광학 소자(2)의 액체 접촉면(2a)과 액체(1)와의 밀착성이 높아, 광학 소자(2)와 기판(P) 사이의 광로를 액체(1)로 확실하게 채울 수 있다. 한편, 광학 소자(2)는 물과의 친화성이 높은 석영이라도 좋다. 또한 광학 소자(2)의 액체 접촉면(2a)에 친수화(친액화) 처리를 실시하여, 액체(1)와의 친화성을 보다 높이도록 하더라도 좋다.

[0067] 기판 스테이지(PST)는 기판(P)을 지지하는 것으로, 기판(P)을 기판 홀더를 통해 유지하는 Z 스테이지(52)와, Z 스테이지(52)를 지지하는 XY 스테이지(53)와, XY 스테이지(53)를 지지하는 베이스(54)를 구비하고 있다. 기판 스테이지(PST)는 리니어 모터 등의 기판 스테이지 구동 장치(PSTD)에 의해 구동된다. 기판 스테이지 구동 장치(PSTD)는 제어 장치(CONT)에 의해 제어된다. Z 스테이지(52)를 구동함으로써, Z 스테이지(52)에 유지되어 있는 기판(P)의 Z축 방향에 있어서의 위치(포커스 위치) 및 ΘX , ΘY 에 있어서의 위치가 제어된다. 또한, XY 스테이지(53)를 구동함으로써, 기판(P)의 XY 방향에 있어서의 위치(투영 광학계(PL)의 상면과 실질적으로 평행한 방향의 위치)가 제어된다. 즉, Z 스테이지(52)는 기판(P)의 포커스 위치 및 경사각을 제어하여 기판(P)의 표면을 오토 포커스 방식 및 오토 레벨링 방식으로 투영 광학계(PL)의 상면에 맞추고, XY 스테이지(53)는 기판(P)의 X

축 방향 및 Y축 방향에 있어서의 위치 결정을 한다. 한편, Z 스테이지와 XY 스테이지를 일체적으로 설치하여도 되는 것은 물론이다.

[0068] 기판 스테이지(PST)(Z 스테이지(52)) 위에는 기판 스테이지(PST)와 함께 투영 광학계(PL)에 대하여 이동하는 이동 거울(55)이 설치되어 있다. 또한, 이동 거울(55)에 대향하는 위치에는 레이저 간섭계(56)가 설치되어 있다. 기판 스테이지(PST) 위의 기판(P)의 2차원 방향의 위치 및 회전각은 레이저 간섭계(56)에 의해 리얼타임으로 계측되어, 계측 결과는 제어 장치(CONT)에 출력된다. 제어 장치(CONT)는 레이저 간섭계(56)의 계측 결과에 기초하여 기판 스테이지 구동 장치(PSTD)를 구동함으로써 기판 스테이지(PST)에 지지되어 있는 기판(P)의 위치 결정을 한다.

[0069] 또한, 기판 스테이지(PST)(Z 스테이지(52)) 위에는 기판(P)을 둘러싸는 식으로 보조 플레이트(57)가 설치되어 있다. 보조 플레이트(57)는 기판 홀더에 유지된 기판(P)의 표면과 거의 동일한 높이의 평면을 갖고 있다. 여기서, 기판(P)의 옛지와 보조 플레이트(57) 사이에는 0.1 ~ 2 mm 정도의 간극이 있지만, 액체(1)의 표면 장력에 의해 그 간극에 액체(1)가 유입되는 일은 거의 없으며, 기판(P)의 주연부 근방을 노광하는 경우에도, 보조 플레이트(57)에 의해 투영 광학계(PL) 하에 액체(1)를 유지할 수 있다.

[0070] 액체 공급 기구(10)는 소정의 액체(1)를 기판(P) 위에 공급하는 것으로, 액체(1)를 공급할 수 있는 제1 액체 공급부(11) 및 제2 액체 공급부(12)와, 제1 액체 공급부(11)에 유로를 갖는 공급관(11A)을 통해 접속되어, 이 제1 액체 공급부(11)로부터 송출된 액체(1)를 기판(P) 위에 공급하는 공급구(13A)를 갖는 제1 공급 부재(13)와, 제2 액체 공급부(12)에 유로를 갖는 공급관(12A)을 통해 접속되어, 이 제2 액체 공급부(12)로부터 송출된 액체(1)를 기판(P) 위에 공급하는 공급구(14A)를 갖는 제2 공급 부재(14)를 구비하고 있다. 제1, 제2 공급 부재(13, 14)는 기판(P)의 표면에 근접하여 배치되어 있고, 기판(P)의 면 방향에 있어서 서로 다른 위치에 설치되어 있다. 구체적으로는, 액체 공급 기구(10)의 제1 공급 부재(13)는 투영 영역(AR1)에 대하여 주사 방향 한쪽 측(-X 측)에 설치되고, 제2 공급 부재(14)는 다른 쪽 측(+X 측)에 설치되어 있다.

[0071] 제1, 제2 액체 공급부(11, 12)의 각각은 액체(1)를 수용하는 탱크 및 가압 펌프 등을 갖추고 있어, 공급관(11A, 12A) 및 공급 부재(13, 14)의 각각을 통해 기판(P)의 상측으로부터 액체(1)를 공급한다. 또한, 제1, 제2 액체 공급부(11, 12)의 액체 공급 동작은 제어 장치(CONT)에 의해 제어되며, 제어 장치(CONT)는 제1, 제2 액체 공급부(11, 12)에 의한 기판(P) 위에 공급하는 단위시간당 액체 공급량을 각각 독립적으로 제어할 수 있다.

[0072] 본 실시형태에 있어서, 액체(1)에는 순수가 이용된다. 순수는 ArF 엑시머 레이저광뿐만 아니라, 예컨대 수은 램프로부터 사출되는 자외역의 휘선(g선, h선, i선) 및 KrF 엑시머 레이저광(파장 248 nm) 등의 원자외광(DUV광)도 투과 가능하다.

[0073] 액체 회수 기구(20)는 기판(P) 위의 액체(1)를 회수하는 것으로, 기판(P)의 표면에 근접하여 배치된 회수구(22A)를 갖는 회수 부재(22)와, 이 회수 부재(22)에 유로를 갖는 회수관(21A)을 통해 접속된 액체 회수부(21)를 구비하고 있다. 액체 회수부(21)는 예컨대 진공 펌프 등의 흡인 장치 및 회수한 액체(1)를 수용하는 탱크 등을 갖추고 있으며, 기판(P) 위의 액체(1)를 회수 부재(22) 및 회수관(21A)을 통해 회수한다. 액체 회수부(21)의 액체 회수 동작은 제어 장치(CONT)에 의해 제어되고, 제어 장치(CONT)는 액체 회수부(21)에 의한 단위시간당 액체 회수량을 제어할 수 있다.

[0074] 또한, 액체 회수 기구(20)의 회수 부재(22)의 외측에는 액체(1)를 포착하는 소정 길이의 액체 트랩면(31)이 형성된 트랩 부재(30)가 배치되어 있다.

[0075] 도 2는 액체 공급 기구(10) 및 액체 회수 기구(20)의 개략 구성을 도시하는 평면도이다. 도 2에 도시한 바와 같이, 투영 광학계(PL)의 투영 영역(AR1)은 Y축 방향(비주사 방향)을 길이 방향으로 하는 직사각형 형상으로 설정되어 있고, 액체(1)가 채워진 액침 영역(AR2)은 투영 영역(AR1)을 포함하도록 기판(P) 위의 일부에 형성되어 있다. 그리고, 투영 영역(AR1)의 액침 영역(AR2)을 형성하기 위한 액체 공급 기구(10)의 제1 공급 부재(13)는 투영 영역(AR1)에 대하여 주사 방향 한 쪽 측(-X 측)에 설치되고, 제2 공급 부재(14)는 다른 쪽 측(+X 측)에 설치되어 있다.

[0076] 제1, 제2 공급 부재(13, 14)는 제1, 제2 액체 공급부(11, 12)로부터 송출된 액체(1)를 유통하는 내부 공간(13H, 14H)과, 내부 공간(13H, 14H)을 유통한 액체(1)를 기판(P) 위에 공급하는 공급구(13A, 14A)를 각각 갖고 있다. 제1, 제2 공급 부재(13, 14)의 공급구(13A, 14A)는 각각 평면에서 보아 대략 원호 슬릿형으로 형성되어 있고, 이 공급구(13A, 14A)의 Y축 방향에 있어서의 사이즈는, 적어도 투영 영역(AR1)의 Y축 방향에 있어서의 사이즈보다 커지도록 설정되어 있다. 평면에서 보아 대략 원호형으로 형성되어 있는 공급구(13A, 14A)는 주사 방향(X

방향)에 대해서 투영 영역(AR1)을 사이에 두도록 배치되어 있다. 즉, 투영 영역(AR1)의 중심과 공급구(13A 및 14A)의 Y축 방향의 각 중앙부를 잇는 직선은 X축 방향과 거의 평행하게 되어 있다. 액체 공급 기구(10)는 공급 구(13A, 14A)로부터, 투영 영역(AR1)의 양측에서 액체(1)를 동시에 공급할 수 있다.

[0077] 액체 회수 기구(20)의 회수 부재(22)는 이중 환상 부재로서, 기판(P)의 표면으로 향하도록 환상으로 연속적으로 형성된 회수구(22A)와, 회수구(22A)로부터 회수된 액체(1)를 유통하는 환상의 내부 공간(내부 유로)(22H)을 갖고 있다. 액체 회수 기구(20)의 회수 부재(22)는 액체 회수 기구(10)의 공급 부재(13, 14) 및 투영 영역(AR1)을 둘러싸도록 배치되어 있다. 회수 부재(22)의 내부에는 이 내부 공간(22H)을 둘레 방향에 있어서 복수의 공간(분할 공간)(24)으로 분할하는 칸막이 부재(23)가 소정 간격으로 설치되어 있다. 칸막이 부재(23)에 의해 분할된 분할 공간(24)의 각각은 상부에서 관통하고 있다. 회수 부재(22) 중, 회수구(22A)를 갖는 하단부는 기판(P)의 표면에 근접되고, 한편, 상단부는 복수의 분할 공간(24)을 공간적으로 집합하는 집합 공간부(매니폴드부)로 되어 있다. 이 매니폴드부에 회수관(21A)의 일단부가 접속되고, 타단부가 액체 회수부(21)에 접속되어 있다. 액체 회수 기구(20)는 액체 회수부(21)를 구동함으로써, 회수구(22A)(회수 부재(22)) 및 회수관(21A)을 통해 기판(P) 위의 액체(1)를 회수한다. 여기서, 액체 회수 기구(20)의 회수구(22A)는 평면에서 보아 대략 원환형으로 공급구(13A, 14A) 및 투영 영역(AR1)을 둘러싸고 있다. 한편, 회수 부재(22)는 원환형 부재에 한정되지 않고, 예컨대 +X 축과 -X 축의 각각으로 분할된 원호형 부재를 조합시킨 것이라도 좋다.

[0078] 도 3은 기판(P)에 근접하여 배치된 제1, 제2 공급 부재(13, 14) 및 회수 부재(22)를 도시하는 주요부 확대 측단면도이다. 도 3에 도시한 바와 같이, 제1, 제2 공급 부재(13, 14) 각각의 내부 유로(13H, 14H)는 기판(P)의 표면에 대하여 거의 수직으로 설치되어 있다. 마찬가지로, 액체 회수 기구(20)의 회수 부재(22)의 내부 유로(22H)도 기판(P)의 표면에 대하여 거의 수직으로 설치되어 있다. 제1, 제2 공급 부재(13, 14)에 의한 기판(P)에 대한 액체(1)의 공급 위치(공급구(13A, 14A)의 설치 위치)는 액체 회수 기구(20)의 액체 회수 위치(회수구(22A)의 설치 위치)와 투영 영역(AR1)과의 사이에 설정되어 있다. 또한, 본 실시형태에서는, 공급구(13A, 14A), 회수구(22A) 및 투영 광학계(PL)의 하단면 각각의 Z축 방향에 있어서의 위치(높이)는 동일하게 설정되고 있다.

[0079] 여기서, 액체 공급 기구(10) 및 액체 회수 기구(20)를 구성하는 각 부재 중 적어도 액체(1)가 유통하는 부재는 예컨대 폴리사불화에틸렌 등의 합성 수지에 의해 형성되어 있다. 이에 따라, 액체(1)에 불순물이 포함되는 것을 억제할 수 있다. 혹은, 스테인리스강 등의 금속으로 형성되어 있더라도 좋다. 또한, 그 유로 표면에 은을 포함하는 재료를 코팅하더라도 좋다. 은은 액체(1)에 대한 친화성을 지닐 뿐만 아니라, 항균성도 우수하여, 액체(1) 및 그 주변 부재의 오염(미생물의 번식 등)을 억제할 수 있다. 액체(1)가 유통하는 부재 자체를 은을 포함하는 재료에 의해 형성하더라도 좋다. 또한, 액체(1)가 유통하는 부재가 합성 수지 등인 경우에는, 그 유로 표면에 은(혹은 은 미립자)을 매립하여 배치하는 구성으로 할 수 있다.

[0080] 액체 회수 기구(20)의 회수 부재(22) 중 투영 영역(AR1)에 대하여 외측에는, 액체 회수 기구(20)의 회수 부재(22)로 다 회수하지 못한 액체(1)를 포착하는 소정 길이의 액체 트랩면(31)이 형성된 트랩 부재(30)가 설치되어 있다. 트랩 부재(30)는 회수 부재(22)의 외측면에 부착되어 있다. 트랩면(31)은 트랩 부재(30) 중 기판(P) 측을 향하는 면(즉 하면)으로서, 도 3에 도시한 바와 같이, 수평면에 대하여 경사져 있다. 구체적으로는, 트랩면(31)은 투영 영역(AR1)(액침 영역(AR2))에 대하여 외측으로 향함에 따라서 기판(P)의 표면에 대하여 멀어지도록(위로 향하도록) 경사져 있다. 트랩 부재(30)는 예컨대 스테인리스 등의 금속에 의해 형성되어 있다.

[0081] 도 2에 도시한 바와 같이, 트랩 부재(30)는 평면에서 보아 환상 부재로서, 회수 부재(22)에 끼워 맞추는 식으로 회수 부재(22)의 외측면에 접속되어 있다. 본 실시형태에 있어서의 트랩 부재(30) 및 이 하면의 트랩면(31)은 평면에서 보아 대략 타원 형상으로 되어 있고, 주사 방향(X축 방향)에 있어서의 트랩면(31)의 길이가, 비주사 방향(Y축 방향)에 대하여 길게 되어 있다.

[0082] 트랩면(31)에는 액체(1)와의 친화성을 높이는 친액화 처리(친수화 처리)가 실시되고 있다. 본 실시형태에 있어서, 액체(1)는 물이기 때문에, 트랩면(31)에는 물과의 친화성에 따른 표면 처리가 실시되고 있다. 한편, 기판(P)의 표면에는 발수성(접촉각 $70^\circ \sim 80^\circ$ 정도)의 ArF 액시며 레이저용의 감광재(예컨대, 도쿄오카고교 주식회사 제조 TARF-P6100)가 도포되어 있어, 트랩면(31)의 액체(1)에 대한 액체 친화성이 기판(P)의 표면에 도포된 감광재의 액체(1)에 대한 액체 친화성보다도 높게 되어 있다. 트랩면(31)에 대한 표면 처리는 액체(1)의 극성에 따라서 이루어진다. 본 실시형태에 있어서의 액체(1)는 극성이 큰 물이기 때문에, 트랩면(31)에 대한 친수화 처리로서, 예컨대 알콜 등 극성이 큰 분자 구조의 물질로 박막을 형성함으로써, 이 트랩면(31)에 대하여 친수성을 부여한다. 이와 같이, 액체(1)로서 물을 이용하는 경우에는 트랩면(31)에 OH기 등 극성이 큰 분자 구조

를 갖는 것을 표면에 배치시키는 처리가 바람직하다. 여기서, 표면 처리를 위한 박막은 액체(1)에 대하여 비용 해성인 재료에 의해 형성된다. 또한, 친액화 처리는 사용하는 액체(1)의 재료 특성에 따라서 그 처리 조건을 적절하게 변경한다.

[0083] 다음에, 상술한 노광 장치(EX)를 이용하여 마스크(M)의 패턴 상을 기판(P)에 노광하는 방법에 관해서 설명한다.

[0084] 도 1에 되돌아가면, 본 실시형태에 있어서의 노광 장치(EX)는, 마스크(M)와 기판(P)을 X축 방향(주사 방향)으로 이동하면서 마스크(M)의 패턴 상을 기판(P)에 투영 노광하는 것으로, 주사 노광시에는, 투영 광학계(PL)의 선단부 바로 아래의 직사각형 형상의 투영 영역(AR1)에 마스크(M)의 일부의 패턴 상이 투영되고, 투영 광학계(PL)에 대하여 마스크(M)가 -X 방향(또는 +X 방향)으로 속도 V로 이동하는 데에 동기하여, XY 스테이지(53)를 통해 기판(P)이 +X 방향(또는 -X 방향)으로 속도 $\beta \cdot V$ (β 는 투영 배율)로 이동한다. 그리고, 도 7의 평면도에 도시한 바와 같이, 기판(P) 위에는 복수의 쇼트 영역(S1 ~ S12)이 설정되어 있고, 하나의 쇼트 영역의 노광이 종료된 후에, 기판(P)의 스텝핑 이동에 의해서 다음 쇼트 영역이 주사 시작 위치로 이동하며, 이하, 스텝·앤드·스캔 방식으로 기판(P)을 이동하면서 각 쇼트 영역에 대한 주사 노광 처리가 순차 이루어진다. 한편, 본 실시형태에서는, 제어 장치(CONT)는 투영 광학계(PL)의 광축(AX)이 기판의 쇼트 영역(S1 ~ S12)에 상대하여 도 7의 파선화살표(58)를 따라서 진행하도록 레이저 간섭계(56)의 출력을 모니터하면서 XY 스테이지(53)를 이동하는 것으로 한다.

[0085] 도 3은 기판 스테이지(PST)에 기판(P)이 로드(반입)된 직후의 상태를 나타내고 있다. 기판(P)이 기판 스테이지(PST)에 로드된 후, 액침 영역(AR2)을 형성하기 위해서, 제어 장치(CONT)는 기판(P)을 이동하면서, 액체 공급 기구(10)에 의한 액체(1)의 공급을 시작한다. 이 때, 제어 장치(CONT)는 액체 회수 기구(20)의 구동도 시작한다. 제어 장치(CONT)는 기판 스테이지(PST)를 통해 기판(P)의 이동을 시작한 후, 투영 광학계(PL)의 투영 영역(AR1)의 양측에 설치된 공급구(13A, 14A) 중, 한 쪽의 공급구만으로 액체(1)의 공급을 시작한다. 이 때, 제어 장치(CONT)는 액체 공급 기구(10)의 제1, 제2 액체 공급부(11, 12)의 액체 공급 동작을 제어하여, 주사 방향에 대해서 투영 영역(AR1)의 바로 앞에서 액체(1)를 공급한다.

[0086] 도 4는 액체(1)의 공급을 시작한 직후의 상태를 도시하는 모식도이다. 도 4에 도시한 바와 같이, 본 실시형태에서는, 기판(P)은 +X 방향으로 이동되어, 공급구(13A)만으로부터, 액체(1)의 공급이 시작된다. 여기서, 공급 구(13A)로부터 액체(1)의 공급을 시작하는 타이밍은 기판(P)의 이동이 시작된 후, 이 기판(P)이 가속 이동하는 중이라도 좋고 등속 이동하는 중이라도 좋다. 그리고, 제어 장치(CONT)는 기판(P)을 소정 속도로 거의 등속 이동하면서, 공급구(13A)로부터의 단위시간당 액체 공급량을 거의 일정하게 한 상태로 기판(P) 위에 공급한다. 투영 영역(AR1)에 대하여 -X 측에 배치되어 있는 공급구(13A), 바꿔 말하면, 기판 이동 방향의 후방에 배치되어 있는 공급구(13A)로부터 공급된 액체(1)는 +X 방향으로 이동하는 기판(P)으로 끌어당겨지는 식으로 하여, 투영 광학계(PL)와 기판(P) 사이에 신속하게 배치된다.

[0087] 도 5는 투영 광학계(PL)와 기판(P) 사이의 공간에 액체(1)가 채워진 상태를 도시하는 모식도이다. 도 5에 도시한 바와 같이, 공급구(13A)로부터 공급된 액체(1)는 투영 광학계(PL)와 기판(P) 사이에 원활하게 배치된다. 이 때, 액체 회수 기구(20)의 회수구(22A)의 -X 측의 영역은 기체(공기)만을 회수하고 있고, +X 측의 영역은 액체(혹은 기체 및 액체)를 회수하고 있다.

[0088] 기판(P)이 +X 방향으로 이동함으로써, 투영 영역(AR1)에 대하여 +X 측으로 이동하는 액체량이 늘어나, 회수구(22A)의 +X 측의 영역에서 액체(1)를 전부 회수할 수 없는 경우가 있지만, +X 측의 회수구(22A)에서 다 회수하지 못한 액체(1)는 이 액체 회수 위치보다 +X 측(투영 영역(AR1)에 대하여 외측)에 설치되어 있는 트랩 부재(30)의 트랩면(31)에서 포착되기 때문에, 기판(P)의 주위 등으로 유출되거나 비산되거나 하는 일이 없다. 또한, +X 측의 공급구(14A)는 액체(1)를 공급하고 있지 않기 때문에, +X 측의 회수구(22A)에 흐르는 액체량이 저감되고 있다. 따라서, 회수구(22A)에서 액체(1)를 다 회수하지 못하고 액체(1)가 유출된다고 하는 문제점의 발생을 억제할 수 있다.

[0089] 그리고, 한 쪽의 공급구(13A)로부터의 액체 공급에 의해 액침 영역(AR2)이 형성된 후, 제어 장치(CONT)는 양측의 공급구(13A, 14A)로부터 액체(1)의 공급을 시작하고, 그 후, 기판(P)의 각 쇼트 영역(S1 ~ S12)의 노광 처리를 시작한다.

[0090] 노광 처리에서는, 제어 장치(CONT)는 액체 공급 기구(10)의 제1, 제2 액체 공급부(11, 12)의 각각을 구동하여, 공급구(13A, 14A)로부터 액체(1)를 기판(P) 위에 동시에 공급한다. 공급구(13A, 14A)로부터 기판(P) 위에 공급

된 액체(1)는 투영 영역(AR1)보다 넓은 범위의 액침 영역(AR2)을 형성한다.

[0091] 노광 처리하는 중, 제어 장치(CONT)는 액체 공급 기구(10)의 제1, 제2 액체 공급부(11, 12)의 액체 공급 동작을 제어하여, 주사 방향에 대해서, 투영 영역(AR1)의 바로 앞에서 공급하는 단위시간당 액체 공급량을, 그 반대측에서 공급하는 액체 공급량보다도 많게 설정한다. 예컨대, 기판(P)을 +X 방향으로 이동하면서 노광 처리하는 경우, 제어 장치(CONT)는 투영 영역(AR1)에 대하여 -X 측(즉 공급구(13A))으로부터의 액체량을, +X 측(즉 공급구(14A))로부터의 액체량보다 많게 하고, 한편, 기판(P)을 -X 방향으로 이동하면서 노광 처리하는 경우, 투영 영역(AR1)에 대하여 +X 측으로부터의 액체량을, -X 측으로부터의 액체량보다 많게 한다. 한편, 공급구(13A)로부터 기판(P) 위에 공급하는 액체량과, 공급구(14A)로부터 기판(P) 위에 공급하는 액체량은 거의 동량으로 설정되더라도 좋다.

[0092] 또한, 제어 장치(CONT)는, 액체 회수 기구(20)의 액체 회수부(21)를 구동하여, 액체 공급 기구(10)에 의한 액체(1)의 공급 동작과 병행하여, 기판(P) 위의 액체 회수 동작을 한다. 이에 따라, 공급구(13A, 14A)로부터 투영 영역(AR1)에 대하여 외측으로 흐르는 기판(P) 위의 액체(1)는 회수구(22A)로부터 회수된다. 회수구(22A)로부터 회수된 액체(1)는 회수관(21A)을 지나 액체 회수부(21)로 회수된다. 그리고, 제어 장치(CONT)는 기판(P)을 지지하는 기판 스테이지(PST)를 X축 방향(주사 방향)으로 이동하면서, 마스크(M)의 패턴 상을 투영 광학계(PL)와 기판(P) 사이의 액체(1) 및 투영 광학계(PL)를 통해 기판(P) 위에 투영 노광한다. 이 때, 액체 공급 기구(10)는 주사 방향에 대해서 투영 영역(AR1)의 양측으로부터 공급구(13A, 14A)를 통해 액체(1)의 공급을 동시에 행하고 있기 때문에, 액침 영역(AR2)은 균일하고 또 양호하게 형성되어, 기판(P)의 주사 방향이 +X 방향과 -X 방향으로 교대로 전환되는 경우에도, 공급구(13A, 14A)로부터의 공급을 계속하는 것이 가능해진다.

[0093] 기판(P) 위의 제1 쇼트 영역(S1)을 노광할 때에 기판(P)은 +X 방향으로 이동한다. 기판(P)이 +X 방향으로 이동함으로써, 투영 영역(AR1)에 대하여 +X 측으로 이동하는 액체량이 늘어나, +X 측에 액체 회수 위치를 두고 있는 회수구(22A)가 액체(1)를 전부 회수할 수 없는 경우가 있다. 그런데, +X 측의 회수구(22A)로 전부 회수하지 못한 액체(1)는 이 액체 회수 위치보다 +X 측에 마련되어 있는 트랩 부재(30)의 트랩면(31)에서 포착되기 때문에, 기판(P)의 주위 등으로 유출되거나 비산되거나 하는 일이 없다. 여기서, 트랩면(31)은 액체(1)에 대하여 친액화 처리되어 있고, 더구나 기판(P)의 표면보다 높은 액체 친화성을 갖고 있기 때문에, 회수구(22A)의 액체 회수 위치에서 외측으로 유출하고자 하는 액체(1)는 기판(P) 측으로 끌어당겨지지 않고 트랩면(31) 측으로 끌어당겨진다. 이에 따라, 기판(P) 위에 액체(1)가 잔존하는 등의 문제점의 발생이 억제되고 있다.

[0094] 제1의 쇼트 영역의 노광 처리가 종료되면, 제어 장치(CONT)는 투영 광학계(PL)의 투영 영역(AR1)을 상기 제1의 쇼트 영역과는 별도의 제2의 쇼트 영역에 배치하기 위해서, 기판(P)을 스텝핑 이동한다. 구체적으로는, 예컨대 쇼트 영역(S1)에 대한 주사 노광 처리가 종료된 후, 쇼트 영역(S2)에 대하여 주사 노광 처리하기 위해서, 제어 장치(CONT)는 기판(P) 위의 2개의 쇼트 영역(S1, S2) 사이에서 Y축 방향으로 스텝핑 이동한다. 스텝핑 이동하는 중에도, 제어 장치(CONT)는 액체 공급 기구(10)에 의한 기판(P) 위에 대한 액체 공급 동작을 지속한다. 그리고, 기판(P)을 -X 방향으로 이동하면서 쇼트 영역(S2)에 대한 노광이 이루어진다. 이하, 복수의 쇼트 영역(S3 ~ S12)의 각각에 대한 노광 처리가 순차 이루어진다.

[0095] 이상 설명한 바와 같이, 기판(P)을 기판 스테이지(PST)에 로드한 후, 투영 영역(AR1)의 양측에 배치된 공급구(13A, 14A) 중, 한 쪽의 공급구(13A)만으로부터 액체(1)의 공급을 시작하여 액침 영역(AR2)을 형성함으로써, 기포 등의 발생을 억제하면서 액침 영역(AR2)을 신속하게 형성할 수 있다. 도 6의 모식도에 도시한 바와 같이, 기판(P)을 정지한 상태에서, 양측의 공급구(13A, 14A)로부터 동시에 액체(1)의 공급을 시작하는 것도 생각할 수 있지만, 그 경우, 양측의 공급구(13A, 14A)로부터 공급된 액체(1)끼리 충돌하거나 또는 서로 간섭하여, 액침 영역의 형성 예정 영역의 예컨대 중앙부(AR3)가 액체(1)로 채워지지 않거나, 기포 등이 생길 가능성이 있다. 그러나, 한 쪽의 공급구(13A)만으로부터 액체(1)의 공급을 시작함으로써, 액침 영역(AR2)을 신속하고 원활하게 형성할 수 있다.

[0096] 한편, 상기 실시형태에서는, 공급구(13A)로부터 기판(P) 위에 대한 액체(1)의 공급을 시작하기 전에 기판(P)의 이동을 시작하고 있지만, 액체(1)의 공급을 시작하고 소정 시간 경과한 후, 혹은 액체(1)의 공급 시작과 거의 동시에, 기판(P)의 이동을 시작하도록 하더라도 좋다. 이렇게 하여도, 액침 영역(AR2)을 신속하고 원활하게 형성할 수 있다.

[0097] 또한, 양측의 공급구(13A, 14A) 중 어느 한 쪽의 공급구만으로부터 액체(1)를 공급할 때, 기판(P)을 정지한 상태로 공급하도록 하더라도 좋다. 기판(P)을 이동하면서 액체(1)를 공급하는 경우에 비해서 액침 영역(AR2)의 형성이 완료될 때까지의 시간이 걸릴 가능성이 있지만, 기판(P)을 정지한 상태로 양측의 공급구(13A, 14A)에서

동시에 액체(1)를 공급하는 경우에 비해서 기포 등의 발생을 억제하여, 투영 광학계(PL)와 기판(P) 사이의 영역의 중앙부(AR3)에 액체(1)가 원활하게 채워지지 않는 문제점의 발생을 억제할 수 있다.

[0098] 한편, 기판(P)을 이동하면서 액체(1)를 공급하는 경우, 양측의 공급구(13A, 14A)로부터 거의 동시에 액체(1)의 공급을 시작할 수 있다. 이 경우, 기판(P)이 이동하고 있기 때문에, 투영 광학계(PL)와 기판(P) 사이의 영역의 중앙부(AR3)에 액체(1)가 원활하게 채워지지 않는다는 문제점의 발생을 억제할 수 있다.

[0099] 또한, 양측의 공급구(13A, 14A)의 각각으로부터 기판(P) 위에 액체(1)를 공급할 때, 양측의 공급구(13A, 14A)로부터 다른 양으로 공급을 시작할 수 있다. 예컨대, 상기 실시형태와 같이 기판(P)을 +X 방향으로 이동하면서 액체(1)의 공급을 시작하는 경우, 투영 영역(AR1)에 대하여 -X 측의 공급구(13A)로부터의 단위시간당 액체 공급량을, +X 측의 공급구(14A)로부터의 단위시간당 액체 공급량보다 많게 한다. 이렇게 함으로써, 투영 광학계(PL)와 기판(P) 사이의 영역의 중앙부(AR3) 근방에 액체(1)가 채워지지 않는 문제점의 발생을 억제하면서, 액침 영역(AR2)에 있어서의 기포의 발생을 억제할 수 있다. 즉, 도 5에 도시한 바와 같이, +X 측의 공급구(14A)가 액체(1)를 공급하지 않는 경우, 이 공급구(14A)의 공급 부재(14)의 내부 공간(14H)은 기체(공기)로 채워져 있는 상태이기 때문에, 이 기체의 일부가 공급구(14A)를 통해 액침 영역(AR2)에 침입하는 문제점이 생길 가능성이 있다. 그러나, 공급구(14A)로부터도 미량의 액체(1)를 기판(P) 위에 공급하도록 하여, 이 공급 부재(14)의 내부 공간(14H)을 액체(1)로 채워 둠으로써, 노광 처리하기 전의 액침 영역 형성 동작시나, 혹은 노광 처리 시작시에 있어서 공급구(14A)로부터 액체(1)의 공급을 시작했을 때에 액침 영역(AR2)에 내부 공간(14H)의 기체가 침입한다고 하는 문제점의 발생을 방지할 수 있다.

[0100] 또한, 기판(P)을 이동하면서 양측의 공급구(13A, 14A)로부터 액체(1)를 거의 동시에 공급하는 경우, 기판(P)을 X축 방향으로 이동하면서 액체(1)의 공급을 시작하는 것이 바람직하지만, 예컨대 기판(P)을 Y축 방향이나 경사 방향으로 이동하면서 공급하도록 하더라도 액침 영역(AR2)을 형성할 수 있다.

[0101] 또한, 기판(P)을 X축 방향으로 이동하면서 액체(1)를 공급할 때, 주사 방향에 대해서 투영 영역(AR1)의 양측에 배치된 공급구(13A, 14A)로부터 액체(1)의 공급을 하지 않고, 주사 방향에 대해서 틀어진 위치, 예컨대 투영 영역(AR1)에 대하여 ±Y 방향 혹은 경사 방향으로부터, 공급구(13A, 14A)와는 별도로 마련된 공급구로부터 액체(1)의 공급을 시작하더라도 좋다. 혹은, 그 별도의 공급구와 공급구(13A, 14A)를 조합하여 공급을 시작하더라도 좋다. 그리고, 액침 영역(AR2)이 형성된 후, 그 별도의 공급구로부터의 공급을 정지하고, 공급구(13A, 14A)로부터 액체(1)를 공급하면서 노광 처리를 하면 된다.

[0102] 한편, 상기 실시형태와 같이, 기판(P) 위에 설정된 복수의 쇼트 영역(S1 ~ S12)을 주사 노광할 때의 주사 방향(X축 방향)에 대해서 투영 영역(AR1)의 양측에 배치된 공급구(13A, 14A)를 사용하여, 기판(P)을 X축 방향과 평행하게 이동하면서 액체(1)의 공급을 시작함으로써, 액침 영역(AR2)이 형성된 후에, 즉시 기판(P)의 제1 쇼트 영역(S1)의 노광 동작으로 들어 갈 수 있다.

[0103] 또한, 비주사 방향(Y축 방향)에 대해서 투영 영역(AR1)의 양측에 별도의 공급구를 설치하여, 기판(P)을 Y축 방향으로 이동하면서 그 공급구로부터 액체(1)의 공급을 시작하여 액침 영역을 형성하고, 그 별도의 공급구로부터의 액체(1)의 공급을 정지한 후(혹은 그 전), 공급구(13A, 14A)로부터의 액체(1)의 공급을 시작하여 노광 처리를 하도록 하더라도 좋다.

[0104] 한편, 본 실시형태에서는, 노광 처리하기 전의 액침 영역을 형성하는 동작을 함에 있어서, 액체(1)를 한 쪽의 공급구(13A)만으로부터 공급하고, 액침 영역을 형성한 후, 양방의 공급구(13A, 14A)로부터 액체(1)의 공급을 시작하여, 그 후 노광 처리를 시작하는 구성이지만, 노광 처리하기 전의 액침 영역을 형성하는 동작을 함에 있어서, 일측의 공급구(13A)만으로부터 액체(1)의 공급을 시작하고, 소정 시간 경과한 후, 양측의 공급구(13A, 14A)로부터 액체(1)의 공급을 시작하는 구성이라도 좋다. 즉, 노광 처리하기 전의 액침 영역 형성 동작을 하는 도중에, 양측의 공급구(13A, 14A)를 사용한 액체 공급 동작을 시작한다. 이렇게 하여도 액침 영역(AR2)을 신속하고 원활하게 공급할 수 있다.

[0105] 또한, 액체(1)의 공급을 시작할 때의 기판(P)의 이동 방향은 기판(P) 위의 제1 쇼트 영역(S1)을 주사 노광할 때의 기판(P)의 이동 방향을 따라서 결정하더라도 좋다. 예컨대, 제1 쇼트 영역(S1)을 기판(P)을 +X 방향으로 이동하면서 노광할 때에는, 그 직전의 기판(P)의 -X 방향으로의 이동시에 액체(1)의 공급을 시작함으로써, 기판 스테이지(PST)의 쓸데없는 움직임 없이 제1 쇼트 영역(S1)의 노광을 시작할 수 있다.

[0106] 한편, 노광 처리하기 전의 액침 영역을 형성하는 동작을 함에 있어서의 공급구(13A)(혹은 14A)로부터의 단위시간당 액체 공급량과, 노광 처리를 함에 있어서의 액체 공급량은 거의 같은 것이 바람직하다. 노광 처리하기 전

의 액침 영역을 형성하는 동작을 함께 있어서의 액체 공급량과 노광 처리를 함께 있어서의 액체 공급량이 다르면, 예컨대 액침 영역을 형성하는 동작을 할 때의 공급량에서 노광 처리를 할 때의 액체 공급량으로 전환했을 때에, 액체의 공급량이 안정될 때까지의 기다리는 시간이 필요하게 된다. 그러나, 노광 처리하기 전의 액체 공급량을 노광 처리할 때와 동일하게 해 둠으로써, 기다리는 시간을 둘 필요가 없어져, 작업 처리량을 향상시킬 수 있다.

- [0107] 노광 처리하기 전에 있어서 액침 영역(AR2)을 형성하기 위해서 액체(1)를 공급할 때, 기판(P)의 이동 속도는 등 속이라도 좋고 부등속이라도 좋다. 또한, 노광 처리하기 전에 있어서의 기판 스테이지(PST)의 이동 속도는, 노광 처리할 때에 있어서의 이동 속도와 동일하더라도 좋고, 다르더라도 좋다. 또한, 노광 처리하기 전의 액침 영역을 형성하는 동작을 함께 있어서, 기판(P)의 이동 및 정지를 반복하면서 기판(P)을 소정 방향(+X 방향)으로 이동하더라도 좋고, 기판(P)(기판 스테이지(PST))을 XY 평면 내에서 요동시키면서 액체(1)를 공급하도록 하더라도 좋다.
- [0108] 또한, 노광 처리하기 전의 액침 영역을 형성하는 동작을 함께 있어서, 예컨대, 기판(P)을 +X 방향으로 이동하면서 공급구(13A)(혹은 공급구(13A, 14A)의 쌍방)로부터 액체(1)를 공급하고, 이어서, 기판(P)을 -X 방향으로 이동하면서 공급구(14A)(혹은 공급구(13A, 14A)의 쌍방)로부터 액체(1)를 공급하여, 이것을 소정 횟수 반복한다고 하는 구성도 가능하다.
- [0109] 또한, 액체 공급 기구(10)로부터의 액체(1)의 공급은, 투영 광학계(PL)의 바로 아래에 기판(P)이 위치하고 있는 상태에서 시작하더라도 좋고, 기판(P) 주위의 평탄면(기판 스테이지(PST)의 윗면)이 위치하고 있는 상태에서 시작하여도 좋다.
- [0110] 더욱이, 투영 광학계(PL)의 상면 측의 액체(1)는, 1장의 기판의 노광 종료마다 회수하도록 하더라도 좋고, 기판(P)을 교환하는 중에도 투영 광학계(PL)의 상면 측에 액체(1)를 계속해서 유지하는 것이 가능하다면, 복수 장의 기판의 노광 종료마다, 혹은 메인터넌스 등이 필요할 때에만 회수하도록 하더라도 좋다. 어느 경우에도, 그 후에, 액체 공급 기구(10)로부터 액체 공급을 시작할 때에, 전술한 실시형태에서 설명한 것과 같은 방책을 실시함으로써, 기포 혹은 공기 둉어리가 없는 액침 영역을 신속하게 형성할 수 있다.
- [0111] 한편, 액침 영역(AR2)이 형성되었는지 여부의 판단을 하는 센서 등을 설치해 두면, 그 센서 출력을 확인하고 나서 제1 쇼트 영역(S1)의 노광을 시작할 수 있다. 또한, 액체 공급 기구(10)로부터의 액체의 공급을 시작하고 나서 소정의 대기 시간이 경과한 후에, 제1 쇼트 영역(S1)의 노광을 시작하도록 하더라도 좋다.
- [0112] 상기 실시형태에 있어서, 액체(1)는 순수를 이용했다. 순수는 반도체 제조 공장 등에서 용이하게 대량으로 입수할 수 있고, 기판(P) 위의 포토레지스트나 광학 소자(렌즈) 등에 대한 악영향이 없다는 이점이 있다. 또한, 순수는 환경에 대한 악영향이 없고, 불순물의 함유량이 매우 낮기 때문에, 기판(P)의 표면 및 투영 광학계(PL)의 선단면에 설치되어 있는 광학 소자의 표면을 세정하는 작용도 기대할 수 있다.
- [0113] 그리고, 파장이 193 nm 정도인 노광광(EL)에 대한 순수(물)의 굴절율(n)은 거의 1.44 정도라고 여겨지며, 노광광(EL)의 광원으로서 ArF 액시머 레이저광(파장 193 nm)을 이용한 경우, 기판(P) 위에서는 $1/n$, 즉 약 134 nm 정도로 단파장화되어 높은 해상도를 얻을 수 있다. 더욱이, 초점 심도는 공기 중에 비해서 약 n배, 즉 약 1.44 배 정도로 확대되기 때문에, 공기 속에서 사용하는 경우와 같은 정도의 초점 심도를 확보할 수 있으면 되는 경우에는, 투영 광학계(PL)의 개구수를 보다 증가시킬 수 있어, 이 점에서도 해상도가 향상된다.
- [0114] 본 실시형태에서는, 투영 광학계(PL)의 선단에 광학 소자(2)가 부착되어 있고, 이 렌즈에 의해 투영 광학계(PL)의 광학 특성, 예컨대 수차(구면 수차, 코마 수차 등)의 조정을 할 수 있다. 한편, 투영 광학계(PL)의 선단에 부착하는 광학 소자로서는, 투영 광학계(PL)의 광학 특성의 조정에 이용하는 광학 플레이트라도 좋다. 혹은 노광광(EL)을 투과할 수 있는 평행 평면판이라도 좋다.
- [0115] 한편, 액체(1)의 흐름에 의해서 생기는 투영 광학계(PL) 선단의 광학 소자와 기판(P) 사이의 압력이 큰 경우에는, 그 광학 소자를 교환할 수 있게 하는 것이 아니고, 그 압력에 의해서 광학 소자가 움직이지 않도록 견고하고 고정하더라도 좋다.
- [0116] 한편, 본 실시형태에서는, 투영 광학계(PL)와 기판(P) 표면 사이는 액체(1)로 채워져 있는 구성이지만, 예컨대 기판(P)의 표면에 평행 평면판으로 이루어지는 커버 유리를 부착한 상태로 액체(1)를 채우는 구성이라도 좋다.
- [0117] 한편, 본 실시형태의 액체(1)는 물이지만 물 이외의 액체라도 좋다. 예컨대 노광광(EL)의 광원이 F_2 레이저인

경우, 이 F_2 레이저광은 물을 투과하지 않기 때문에, 액체(1)로서는 F_2 레이저광을 투과할 수 있는 예컨대 불소계 오일이나 과불화폴리에테르(PFPE)의 불소계 유체라도 좋다. 또한, 액체(1)로서는 그 외에도, 노광광(EL)에 대한 투과성이 있어 가능한 한 굴절율이 높고, 투영 광학계(PL)나 기판(P) 표면에 도포되어 있는 포토레지스트에 대하여 안정적인 것(예컨대 세더유)을 이용하는 것도 가능하다. 이 경우도 표면 처리는 이용하는 액체(1)의 극성에 따라서 이루어진다.

- [0118] 한편, 상기 각 실시형태의 기판(P)로서는, 반도체 디바이스 제조용의 반도체 웨이퍼뿐만 아니라, 디스플레이 디바이스용의 유리 기판이나, 박막 자기 헤드용의 세라믹 웨이퍼 혹은 노광 장치에서 이용되는 마스크 또는 레티클의 원판(합성 석영, 실리콘 웨이퍼) 등이 적용된다.
- [0119] 노광 장치(EX)로서는, 마스크(M)와 기판(P)을 동기 이동하여 마스크(M)의 패턴을 주사 노광하는 스텝·앤드·스캔 방식의 주사형 노광 장치(스캐닝 스텝페) 외에, 마스크(M)와 기판(P)을 정지한 상태로 마스크(M)의 패턴을 일괄 노광하여, 기판(P)을 순차 스텝 이동시키는 스텝·앤드·리피트 방식의 투영 노광 장치(스텝페)에도 적용할 수 있다. 또한, 본 발명은 기판(P) 위에서 적어도 2개의 패턴을 부분적으로 겹쳐 전사하는 스텝·앤드·스티치 방식의 노광 장치에도 적용할 수 있다.
- [0120] 또한, 본 발명은, 웨이퍼 등의 피처리 기판을 따로따로 얹어 놓고 XY 방향으로 독립적으로 이동 가능한 2개의 스테이지를 갖춘 트윈 스테이지형의 노광 장치에도 적용할 수 있다. 트윈 스테이지형의 노광 장치의 구조 및 노광 동작은 예컨대 일본 특허 공개 평10-163099호 및 일본 특허 공개 평10-214783호(대응 미국 특허6,341,007, 6,400,441, 6,549,269 및 6,590,634), 일본 특허 공표 2000-505958호(대응 미국 특허 5,969,441) 혹은 미국 특허 6,208,407에 개시되어 있고, 본 국제출원에서 지정 또는 선택된 나라의 법령에서 허용되는 한에 있어서, 이들 개시를 원용하여 본문의 기재의 일부로 한다.
- [0121] 노광 장치(EX)의 종류로서는, 기판(P)에 반도체 소자 패턴을 노광하는 반도체 소자 제조용의 노광 장치에 한정되지 않고, 액정 표시 소자 제조용 또는 디스플레이 제조용의 노광 장치나, 박막 자기 헤드, 활상 소자(CCD) 혹은 레티클 또는 마스크 등을 제조하기 위한 노광 장치 등에도 널리 적용할 수 있다.
- [0122] 기판 스테이지(PST)나 마스크 스테이지(MST)에 리니어 모터를 이용하는 경우는, 에어 베어링을 이용한 에어 부상형 및 로렌츠력 또는 리액턴스력을 이용한 자기 부상형의 어느 쪽을 이용하더라도 좋다. 또한, 각 스테이지(PST, MST)는 가이드를 따라서 이동하는 타입이라도 좋고, 가이드를 설치하지 않는 가이드리스 타입이라도 좋다. 스테이지에 리니어 모터를 이용한 예는 미국 특허 5,623,853 및 5,528,118에 개시되어 있고, 각각 본 국제출원에서 지정 또는 선택된 나라의 법령에서 허용되는 한에 있어서, 이들 문헌의 기재 내용을 원용하여 본문의 기재의 일부로 한다.
- [0123] 각 스테이지(PST, MST)의 구동 장치로서는, 2차원으로 자석을 배치한 자석 유닛과, 2차원으로 코일을 배치한 전기자 유닛을 대향시켜 전자력에 의해 각 스테이지(PST, MST)를 구동하는 평면 모터를 이용하더라도 좋다. 이 경우, 자석 유닛과 전기자 유닛의 어느 한 쪽을 스테이지(PST, MST)에 접속하고, 자석 유닛과 전기자 유닛의 다른 쪽을 스테이지(PST, MST)의 이동면 측에 설치하면 된다.
- [0124] 기판 스테이지(PST)의 이동에 의해 발생하는 반력은, 투영 광학계(PL)에 전해지지 않도록, 프레임 부재를 이용하여 기계적으로 바닥(대지)으로 밀어내더라도 좋다. 이 반력의 처리 방법은 예컨대, 미국 특허 5,528,118(일본 특허 공개 평8-166475호 공보)에 상세히 개시되어 있으며, 본 국제출원에서 지정 또는 선택된 나라의 법령에서 허용되는 한에 있어서, 이 문헌의 기재 내용을 원용하여 본문의 기재의 일부로 한다.
- [0125] 마스크 스테이지(MST)의 이동에 의해 발생하는 반력은, 투영 광학계(PL)에 전해지지 않도록, 프레임 부재를 이용하여 기계적으로 바닥(대지)으로 밀어내더라도 좋다. 이 반력의 처리 방법은 예컨대, 미국 특허 제5,874,820(일본 특허 공개 평8-330224호 공보)에 상세히 개시되어 있고, 본 국제출원에서 지정 또는 선택된 나라의 법령에서 허용되는 한에 있어서, 이 문헌의 개시를 원용하여 본문의 기재의 일부로 한다.
- [0126] 본 실시형태의 노광 장치(EX)는, 본원의 청구의 범위에 거론한 각 구성 요소를 포함하는 각종 서브 시스템을, 소정의 기계적 정밀도, 전기적 정밀도, 광학적 정밀도를 유지하도록 조립함으로써 제조된다. 이들 각종 정밀도를 확보하기 위해서, 이 조립의 전후에는 각종 광학계에 대해서는 광학적 정밀도를 달성하기 위한 조정, 각종 기계계에 대해서는 기계적 정밀도를 달성하기 위한 조정, 각종 전기계에 대해서는 전기적 정밀도를 달성하기 위한 조정이 이루어진다. 각종 서브 시스템으로부터 노광 장치에의 조립 공정은 각종 서브 시스템 상호의, 기계적 접속, 전기 회로의 배선 접속, 기압 회로의 배관 접속 등이 포함된다. 이 각종 서브 시스템으로부터 노광 장치에의 조립 공정을 하기 전에, 각 서브 시스템 개개의 조립 공정이 있는 것은 물론이다. 각종 서브 시스템

의 노광 장치에의 조립 공정이 종료되면, 종합 조정이 이루어져, 노광 장치의 전체적인 각종 정밀도가 확보된다. 한편, 노광 장치의 제조는 온도 및 클린도 등이 관리된 클린룸에서 실시하는 것이 바람직하다.

- [0127] 반도체 디바이스 등의 마이크로 디바이스는, 도 8에 도시한 바와 같이, 마이크로 디바이스의 기능·성능 설계를 하는 단계(201), 이 설계 단계에 기초한 마스크(레티클)를 제작하는 단계(202), 디바이스의 기재인 기판을 제조하는 단계(203), 전술한 실시형태의 노광 장치(EX)에 의해 마스크의 패턴을 기판에 노광하는 기판 처리 단계(204), 디바이스 조립 단계(다이싱 공정, 본딩 공정, 패키지 공정을 포함함)(205), 검사 단계(206) 등을 거쳐 제조된다.

산업상 이용 가능성

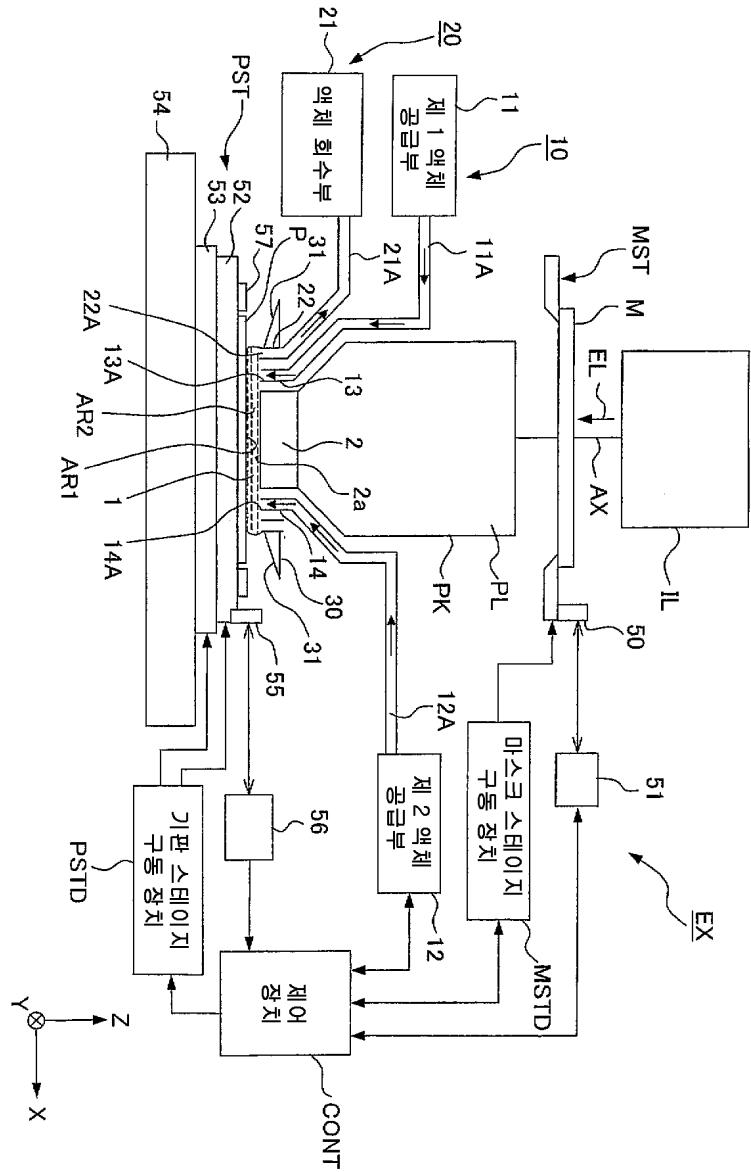
- [0128] 본 발명에 따르면, 기포 등의 발생을 억제하면서 투영 광학계의 상면 측의 광로 공간을 신속히 액체로 채울 수 있기 때문에, 패턴 상의 열화를 초래하는 일없이 높은 작업 처리량으로 노광 처리할 수 있다.

도면의 간단한 설명

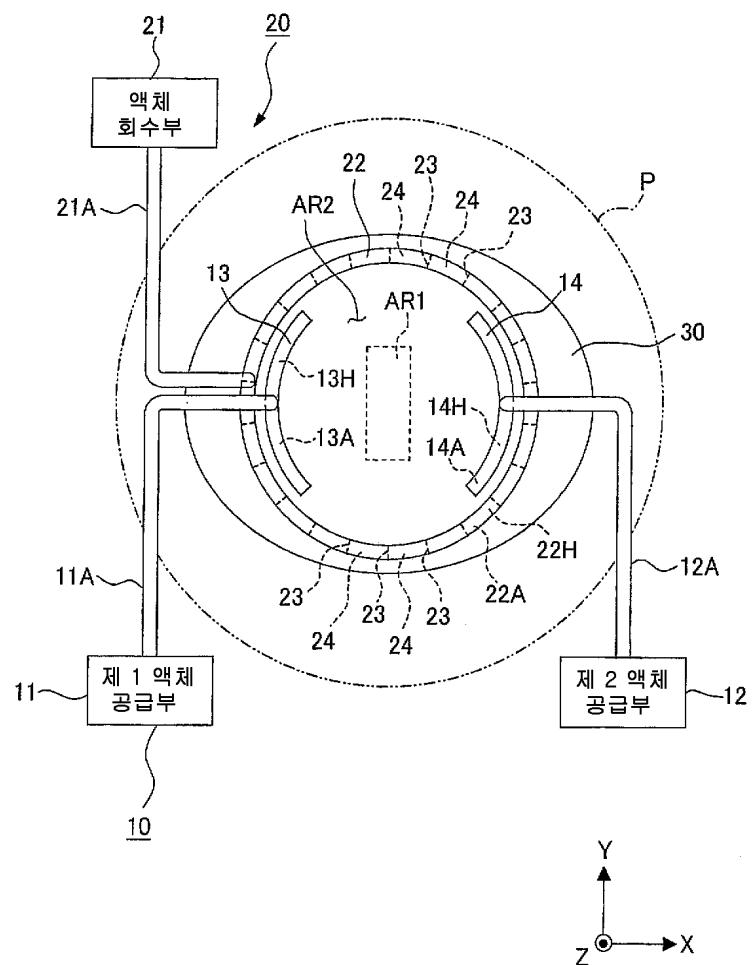
- [0051] 도 1은 본 발명의 노광 장치의 일 실시형태를 도시하는 개략 구성도이다.
- [0052] 도 2는 액체 공급 기구 및 액체 회수 기구의 개략 구성을 도시하는 평면도이다.
- [0053] 도 3은 공급구 및 회수구 근방의 주요부 확대 단면도이다.
- [0054] 도 4는 액체의 거동을 도시하는 모식도이다.
- [0055] 도 5는 액체의 거동을 도시하는 모식도이다.
- [0056] 도 6은 액체의 거동을 도시하는 모식도이다.
- [0057] 도 7은 기판 위에 설정된 쇼트(shot) 영역을 도시한 도면이다.
- [0058] 도 8는 반도체 디바이스의 제조 공정의 일례를 도시하는 흐름도이다.

도면

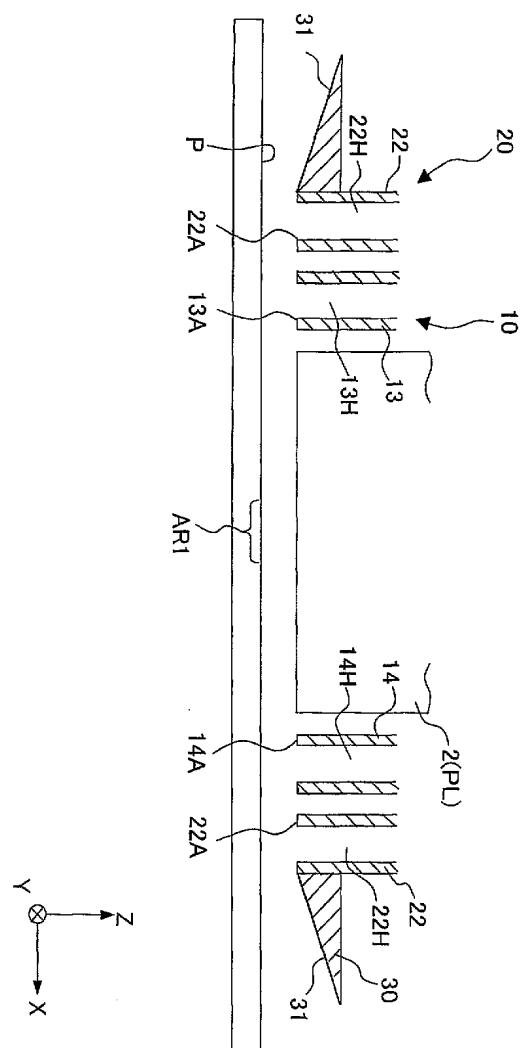
도면1



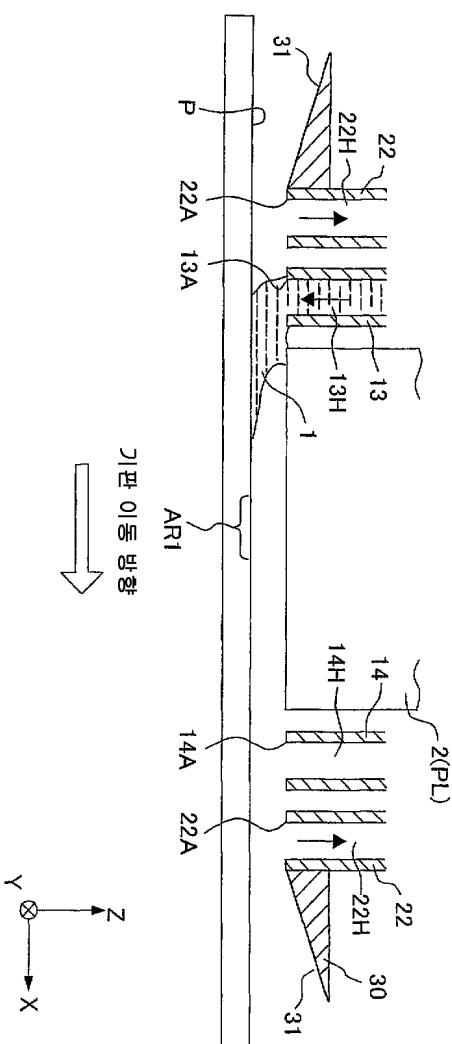
도면2



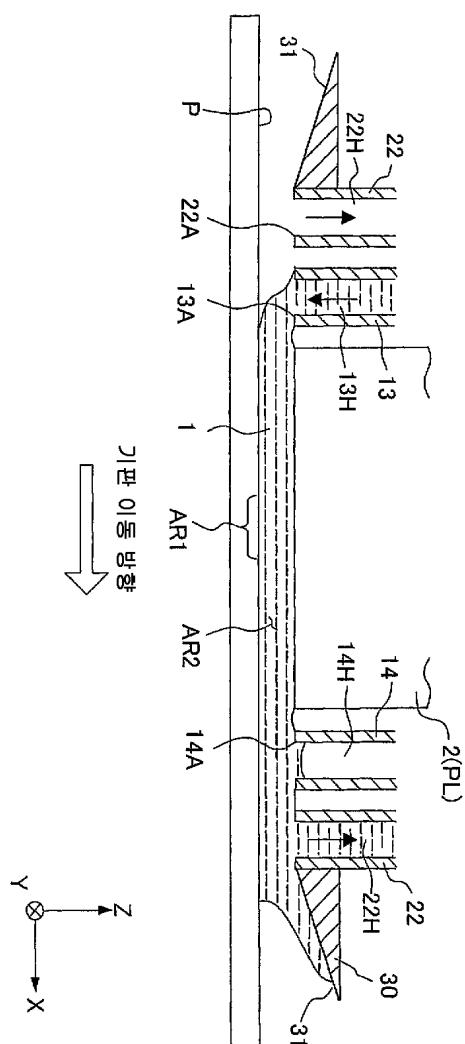
도면3



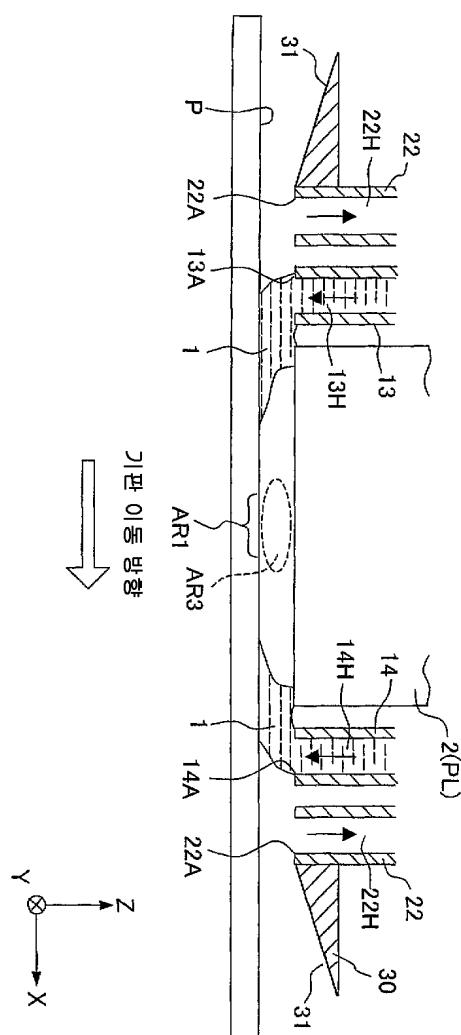
도면4



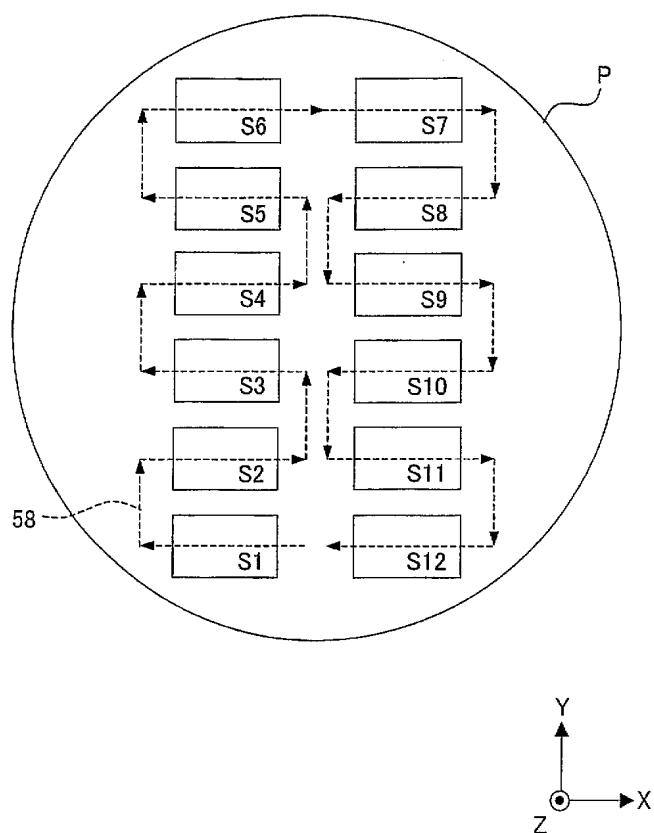
도면5



도면6



도면7



도면8

