



특허청구의 범위

청구항 1

레티클의 패턴을 기관에 투영하는 투영광학계; 및

상기 액체의 퍼짐을 억제하기 위해서 상기 액체의 주위에 기체를 공급하는 2개의 기체공급구를 가지는 기체커튼 형성수단을 구비하는 노광장치로서,

상기 노광장치는 상기 투영광학계와 상기 기관 사이의 공간에 공급되는 액체를 개재해서 상기 기관을 노광하고, 상기 2개의 기체공급구는 서로 다른 종류의 기체를 공급하는 것을 특징으로 하는 노광장치.

청구항 2

제 1 항에 있어서,

상기 기체커튼형성수단은,

상기 액체의 주위에 제 1 기체를 공급하는 제 1 기체공급구;

상기 투영광학계의 광축에 대해서 상기 제 1 기체공급구보다 내측에 배치되고, 상기 제 1 기체를 회수하는 제 1 기체회수구;

상기 투영광학계의 광축에 대해서 상기 제 1 기체공급구보다 외측에 배치되고, 상기 제 1 기체와 다른 제 2 기체를 공급하는 제 2 기체공급구; 및

상기 제 1 기체공급구와 상기 제 2 기체공급구 사이에 배치되고, 상기 제 2 기체를 회수하는 제 2 기체회수구를 가지는 것을 특징으로 하는 노광장치.

청구항 3

레티클의 패턴을 기관에 투영하는 투영 광학계를 구비하고, 상기 투영광학계와 상기 기관 사이의 공간에 공급되는 액체를 개재하여 상기 기관을 노광하는 노광 장치로서,

상기 노광장치는,

상기 액체의 주위에 제 1 기체를 공급하는 제 1 기체공급구;

상기 투영광학계의 광축에 대해서 상기 제 1 기체공급구보다 내측에 배치되고, 상기 제 1 기체를 회수하는 제1 기체회수구;

상기 광축에 대해서 상기 제 1 기체공급구보다 외측에 배치되고 제 2 기체를 공급하는 제 2 기체공급구; 및

상기 광축에 대해서 상기 제 2 기체공급구보다 외측에 배치되고 상기 제 2 기체를 회수하는 제 2 기체회수구를 구비하는 것을 특징으로 하는 노광장치.

청구항 4

제 3 항에 있어서,

상기 제 1 기체는, 상기 제 2의 기체와 다른 것을 특징으로 하는 노광장치.

청구항 5

제 2 항 또는 제 3항에 있어서,

상기 제 1 기체는, 상기 액체와 동일한 물질의 증기 또는 상기 액체가 기화한 증기의 조성을 가지고,

상기 제 1 기체에 함유되는 상기 증기의 농도는, 상기 제 2 기체에 함유되는 증기의 농도보다 높은 것을 특징으로 하는 노광장치.

청구항 6

제 2 항 또는 제 3항에 있어서,

상기 제 1 기체에 함유되는 산소의 분압은, 상기 제 2 기체에 함유되는 산소의 분압보다 낮은 것을 특징으로 하는 노광장치.

청구항 7

제 2 항 또는 제 3항에 있어서,

상기 기판을 지지하는 스테이지를 부가하여 구비하고,

상기 제 2 기체는 상기 스테이지가 배치되는 공간의 분위기의 조성을 가지는 것을 특징으로 하는 노광장치.

청구항 8

레티클의 패턴을 기판에 투영하는 투영광학계;

상기 기판을 지지하는 스테이지; 및

상기 액체의 퍼짐을 억제하는 기체커튼형성수단

을 구비한 노광장치로서,

상기 노광장치는 상기 투영광학계와 상기 기판 사이의 공간에 공급되는 액체를 개재하여 상기 기판을 노광하고,

상기 기체커튼형성수단은 복수의 방향으로 배치되고, 상기 액체의 주위의 일부에 기체를 각각 공급하는 복수의 기체공급구와 상기 스테이지의 이동방향에 의거하여 상기 복수의 기체공급구 중 사용하기 위한 적어도 하나의 기체공급구를 선택하는 제어부를 가지는 것을 특징으로 하는 노광장치.

청구항 9

레티클의 패턴을 기판에 투영하는 투영광학계;

상기 기판을 지지하는 스테이지; 및

상기 액체의 퍼짐을 억제하는 기체커튼형성수단

을 구비한 노광장치로서,

상기 노광장치는 상기 투영광학계와 상기 기판 사이의 공간에 공급되는 액체를 개재하여 상기 기판을 노광하고,

상기 기체커튼형성수단은 복수의 방향으로 배치되고, 상기 액체의 주위의 일부로부터 기체를 각각 회수하는 복수의 기체회수구와 상기 스테이지의 이동방향에 의거하여 상기 복수의 기체 회수구 중 사용하기 위한 적어도 하나의 기체공급구를 선택하는 제어부를 가지는 것을 특징으로 하는 노광장치.

청구항 10

제 1 항 내지 제 9 항 중의 어느 한 항에 기재된 노광장치를 사용해서 기판을 노광하는 스텝; 및

노광된 상기 기판을 현상하는 스텝

을 구비하는 것을 특징으로 하는 반도체 디바이스의 제조방법.

명세서

기술 분야

<1> 본 발명은, 일반적으로는, 노광장치에 관한 것으로, 특히, 반도체 디바이스용의 웨이퍼 및 액정표시소자용의 유리플레이트 등의 기판을 노광하는 노광장치에 관한 것이다. 본 발명은, 예를 들면, 투영광학계의 최종 렌즈와 기판 간의 공간을 액체로 채우고, 이러한 액체를 개재해서 기판을 노광하는, 소위, 액침노광장치에 적합하다.

배경 기술

<2> 레티클(또는 마스크)의 회로패턴을 투영광학계에 의해 웨이퍼 등에 투영하기 위해 투영노광장치는 종래부터 사용되고 있고, 근래에는, 고해상도 및 고스루풋의 노광이 점진적으로 요구되고 있다. 고해상도의 요구에 대처하

기 위한 한 수단으로서 액침노광이 주목받고 있다. 액침노광은 투영광학계의 웨이퍼측의 매질을 액체로 대체함으로써, 투영광학계의 개구수("NA")의 증가를 촉진하고 있다. 투영광학계는 매질의 굴절률을 n 으로 하면, $NA = n \cdot \sin\theta$ 이므로, 매질이 공기의 굴절률보다 높은 굴절률, 즉, $n > 1$ 을 가질 때에, NA를 n 까지 증가시킬 수 있다. 그 결과, 프로세스 정수(k_1)와 광원의 파장(λ)에 의해 나타내지는 노광장치의 해상도 R ($R = k_1(\lambda/NA)$)이 작아지게 된다.

- <3> 액침노광에는 투영광학계와 웨이퍼 사이의 공간에 액체를 부분적으로 채우는 로컬 필(local fill) 방식이 제안되고 있다(예를 들면, 국제 공개번호 제 99/49504호 공보 및 국제 공개번호 제2004/086470 호 공보 참조). 투영광학계와 웨이퍼 간에 공급된 액체의 주위에 기체를 불어내서, 액체를 투영광학계와 웨이퍼 사이에 제한하는 기체커튼 방식도 제안되고 있다(예를 들면, 일본국 특개 2004-289126호 공보 참조).

발명의 상세한 설명

- <4> 그러나, 일본국 특개 2004-289126호 공보에서는, 투영광학계와 웨이퍼간에 액체를 제한한 기체커튼의 기체압이 너무 약해서 노광중에 웨이퍼가 고속으로 이동하는 경우에, 충전된 액체가 비산한다. 액체의 충전이 불충분하면, 액체에 기포의 혼입을 발생시킨다. 액체에 혼입된 기포는 노광광을 난반사하고, 노광량을 감소시켜서, 스루풋을 저하시킨다. 액체의 주위의 기체커튼의 습도가 낮은 경우에는, 액체가 증발해서 기화열이 발생한다. 이 기화열에 의해, 액체가 냉각될 뿐만 아니라, 액체와 접촉하는 투영광학계나 웨이퍼가 냉각되므로, 그들의 변형을 발생시켜서, 노광정밀도를 저하시킨다. 또한, 기체커튼을 항상 액체의 주위에 형성하는 것은 반드시 경제적인 아니다.
- <5> 본 발명은 스루풋, 노광 정밀도 및 경제성이 뛰어난 노광장치를 제공하는 것을 목적으로 한다.
- <6> 본 발명의 일 측면에 의한 노광장치는 레티클의 패턴을 기관에 투영하는 투영광학계 및 상기 액체의 퍼짐을 억제하기 위해서 상기 액체의 주위에 기체를 공급하는 2개의 기체공급구를 가지는 기체커튼형성수단을 구비하고, 상기 노광장치는 상기 투영광학계와 상기 기관 사이의 공간에 공급되는 액체를 개재해서 상기 기관을 노광하고, 상기 2개의 기체공급구는 서로 다른 종류의 기체를 공급하는 것을 특징으로 한다.
- <7> 본 발명의 다른 목적 또는 그 외의 특징은 이하, 첨부 도면을 참조해서 설명되는 실시형태로부터 용이하게 명백해질 것이다.

실시예

- <26> [발명을 실시하기 위한 최선의 형태]
- <27> 이하, 첨부 도면을 참조하면서, 본 발명의 일 측면에 의한 노광장치(1)에 대해서 설명한다. 여기서, 도 1은, 본 발명의 노광장치(1)의 구성을 나타내는 개략 블록도이다. 노광장치(1)는 투영광학계(30)의 웨이퍼(40)에 가장 근접한 최종렌즈 또는 최종면과 웨이퍼(40) 사이의 공간에 공급되는 액체(LW)를 개재해서, 레티클(20)의 패턴을 웨이퍼(40)에 노광하는 액침노광장치이다. 본 실시형태에서의 노광장치(1)는 스텝-앤드-스캔 방식의 노광장치이지만, 스텝-앤드-리피트 방식이나 그 외의 노광 방식을 적용할 수도 있다.
- <28> 노광장치(1)는 조명장치(10), 레티클스테이지(25), 투영광학계(30), 웨이퍼스테이지(45), 측거장치(50), 스테이지제어부(60), 액체공급/회수기구(70), 액침제어부(80), 기체공급 회수기구(90), 및 노즐유닛(100)을 가진다.
- <29> 조명장치(10)는 전사되어야 할 회로패턴이 형성된 레티클(20)을 조명한다. 상기 조명장치(10)는 광원부(12), 및 조명광학계(14)를 가진다.
- <30> 본 실시형태의 광원부(12)는 파장 약 193nm의 ArF 엑시머레이저를 광원으로 사용한다. 그러나, 광원부(12)는 ArF 엑시머레이저로 한정되지 않고, 파장 약 248nm의 KrF 엑시머레이저, 파장 약 157nm의 F₂ 레이저 등을 광원으로 사용해도 된다.
- <31> 조명광학계(14)는 레티클(20)을 조명하는 광학계이며, 렌즈, 미러, 옵티컬인티그레이터, 조리개 등을 포함한다.
- <32> 레티클(20)은 레티클스테이지(25)에 의해 지지 및 구동된다. 레티클(20)은, 예를 들면, 석영으로 형성되고, 전사되어야 할 회로패턴이 형성되어 있다. 레티클(20)로부터의 회절광은 투영광학계(30)를 통과해서, 웨이퍼(40) 상에 투영된다. 레티클(20)과 웨이퍼(40)는 광학적으로 공역의 관계에 배치된다. 노광장치(1)는 스텝-앤드-스캔 방식이기 때문에, 레티클(20)의 패턴을 웨이퍼(40) 상에 전사할 때에 레티클(20)과 웨이퍼(40)를 축소배율비의 속도비로 주사한다

- <33> 레티클스테이지(25)는 정반(27)에 고정된다. 레티클스테이지(25)는 레티클(20)를 탑재 또는 지지하고, 도시하지 않은 이동기구 및 스테이지제어부(60)에 의해 이동이 제어된다. 도시하지 않은 이동기구는 리니어모터 등을 구비하고, 주사 방향(즉, 본 실시형태에서는 X축방향)으로 레티클스테이지(25)를 구동함으로써, 레티클(20)을 이동시킬 수 있다.
- <34> 투영광학계(30)는 레티클(20)의 패턴을 웨이퍼(40)에 투영한다. 투영광학계(30)는 복수의 렌즈 소자만으로 구성된 디오프트릭 광학계, 복수의 렌즈소자와 적어도 1매의 오목미러로 구성된 카톱트릭 광학계(카타디오프트릭 광학계) 등을 사용할 수 있다.
- <35> 웨이퍼(40)는, 웨이퍼스테이지(45)에 의해 지지 및 구동된다. 웨이퍼(40)는 노광되는 기관의 일레이며, 유리플레이트 및 그 외의 노광기관을 광범하게 포함한다. 포토레지스트는 웨이퍼(40)에 도포 되어있다.
- <36> 웨이퍼스테이지(45)는 정반(47)에 고정되어 웨이퍼(40)를 탑재 또는 지지한다. 웨이퍼스테이지(45)는 웨이퍼(40)의 (Z축 방향에서의) 길이방향위치 또는 수직방향위치, 회전방향, 및 경사를 조정하는 기능을 하고, 스테이지제어부(60)에 의해 제어된다.
- <37> 웨이퍼스테이지(45)에는 동면판(flat-topped plate)(46)이 설치되어 있으며, 이 동면판은 웨이퍼스테이지(45)에 탑재된 웨이퍼(40)의 표면과 웨이퍼(40)의 외측의 영역의 표면을 평평하게 유지시키는 판이며, 웨이퍼(40)와 대략 동일한 높이이다. 동면판(46)은 에지 쇼트를 액침노광할 때에, 웨이퍼(40)의 외측에 액막을 형성하는 것, 즉 액체(LW)를 유지하는 것을 가능하게 한다.
- <38> 측거장치(50)는 참조미러(52) 및 (54)와 레이저간섭계(56) 및 (58)를 사용해서 레티클스테이지(25) 및 웨이퍼스테이지(45)의 2차원적인 위치를 실시간기준으로 측정한다. 측거장치(50)는 거리측정결과를 스테이지제어부(60)에 전달한다.
- <39> 스테이지제어부(60)는 레티클스테이지(25) 및 웨이퍼스테이지(45)의 구동을 제어한다. 스테이지제어부(60)는 측거장치(50)의 거리측정결과에 의거해서 레티클스테이지(25) 및 웨이퍼스테이지(45)를 일정한 속도 비율로 구동한다. 스테이지제어부(60)는, 예를 들면, 노광중에 웨이퍼(40)의 표면이 투영광학계(30)의 초점면 또는 결상면에 고정밀도로 합치하도록, 웨이퍼스테이지(45)를 제어한다.
- <40> 액체공급/회수기구(70)는 액체공급배관(72)을 개재해서 투영광학계(30)와 웨이퍼(40) 사이의 공간에 액체(LW)를 공급하고, 액체회수배관(74)을 개재해서 투영광학계(30)와 웨이퍼(40) 사이의 공간에 공급한 액체(LW)를 회수한다. 액체(LW)는 노광광의 흡수가 적은 물질로부터 선택되고, 석영이나 형석 등의 디오프트릭 광학소자와 동일한 굴절률을 가지는 것이 바람직하다. 액체(LW)는, 예를 들면, 순수, 기능수, 탄화불소 등의 불화액을 사용한다.
- <41> 액체(LW)는 도시하지 않은 탈기장치에 의해 충분히 용존기체를 미리 제거하고, 이에 의해, 기포의 발생을 억제하고, 또한, 기포가 발생하면 즉시 액체 중에 흡수할 수 있게 하는 것이 바람직하다. 예를 들면, 공기 중의 질소 및 산소에 대해서, 액체(LW)에 용존가능한 기체량의 80%이상을 제거하면, 충분히 기포의 발생을 억제할 수 있다. 도시하지 않은 탈기장치를 액체공급/회수기구(70)(노광장치(1))에 구비해서, 액체(LW)로부터 항상 용존기체를 제거하면서 액체(LW)를 공급해도 된다. 탈기장치로서는, 예를 들면, 기체투과성의 막에 의해 분리된 한쪽으로 액체(LW)를 흐르게 하고, 다른 쪽을 진공으로 해서 액체(LW) 중의 용존기체를 그 막을 개재해서 진공 중에 배출하는 진공탈기장치가 적합하다. 액체공급/회수기구(70)는, 일반적으로, 액체(LW)를 저장하는 탱크, 액체(LW)를 정제하는 정제장치, 액체(LW)를 배출하는 압송장치, 액체(LW)의 유량이나 온도를 제어하는 제어장치, 및 액체(LW)를 빨아 들이는 흡인장치를 구비하고 있다.
- <42> 액체공급배관(72)은 투영광학계(30)의 최종면, 즉 최종렌즈의 주위에 배치되고, 노즐유닛(100)에 형성된 액체공급구(101)에 접속한다. 이에 의해, 액체공급배관(72)은 투영광학계(30)와 웨이퍼(40) 사이의 공간에 액체(LW)를 공급해서, 액체(LW)의 액막을 형성한다. 투영광학계(30)와 웨이퍼(40) 간의 간격은, 액체(LW)의 액막을 안정적으로 형성할 수 있기에 충분한, 예를 들면, 1.0mm로 설정하는 것이 바람직하다.
- <43> 액체공급배관(72)은 용출물질을 거의 발생시키지 않거나 액체(LW)를 적게 오염시키는 테프론수지, 폴리에틸렌수지, 및 폴리프로필렌 수지 등의 물질로 구성되는 것이 바람직하다. 특히, 액체(LW)로서 순수 이외의 액체를 이용하는 경우, 액체공급배관(72)은 액체(LW)에 대해서 내성을 가지며, 또한, 용해물질을 거의 발생시키지 않는 재료로 구성된다.
- <44> 액체회수배관(74)은 액체공급배관(72)의 주위에 배치되고, 노즐유닛(100)에 형성된 액체 회수구(102)에 접속한다. 액체공급배관(72)과 마찬가지로, 액체회수배관(74)은 용출물질을 거의 발생시키지 않거나 액체(LW)를 적게

오염시키는 물질로 구성되며, 액체(LW)에 대해서 내성을 가진다.

- <45> 액침제어부(80)는 웨이퍼스테이지(45)의 현재위치, 속도, 가속도, 목표위치 및 이동방향 등의 정보를 스테이지 제어부(60)로부터 취득하고, 상기 정보에 의거해서 액체공급/회수기구(70)를 제어한다. 보다 구체적으로는, 액침제어부(80)는 액체(LW)의 공급/회수의 절환 및 정지, 및 액체(LW)의 공급량 및 회수량을 제어한다.
- <46> 기체공급/회수기구(기체커튼형성수단)(90)는 기체공급배관(92)을 개재해서 투영광학계(30)와 웨이퍼(40) 사이의 공간에 공급된 액체(LW)의 주위의 적어도 일부에 기체(PG)를 공급하거나 또는 불어내고, 기체회수배관(94)을 개재해서 공급한 기체(PG)를 회수한다. 한편하면, 기체공급/회수기구(90)는 액체(LW)의 주위의 적어도 일부에 기체(PG)를 공급하거나 또는 불어내서, 액체(LW)의 확산을 억제하는 즉, 액체(LW)를 제한하는 기체커튼을 형성한다. 기체커튼은 액체(LW)와 외부의 환경과의 접촉을 억제한다. 기체공급/회수기구(90)는 본 실시형태에서는, 후술하는 기체조정장치(96)와 연동하여 2종류의 서로 다른 기체(PG) 즉, 제 1 기체(PG1) 및 제 2 기체(PG2)를 공급한다. 물론, 본 발명은 기체공급/회수기구(90)가 기체조정장치(96)를 개재하지 않고, 2종류의 서로 다른 기체를 공급할 수 있다.
- <47> 기체공급배관(92)은 수지나 스텐레스 등의 금속으로 구성되고, 도 2에 도시된 바와 같이, 노즐유닛(100)에 형성된 기체공급구(103)에 접속된다. 본 실시형태의 기체공급배관(92)은 2개의 기체공급배관(92a) 및 (92b)를 포함한다. 기체공급배관(92a)은 제 1 기체공급구(103a)에 접속되고, 기체공급배관(92b)은 제 2 기체공급구(103b)에 접속된다. 기체공급배관(92a)은 제 1 기체공급구(103a)를 개재해서 제 1 기체(PG1)를 공급하고, 기체공급배관(92b)은 제 2 기체공급구(103b)를 개재해서 제 2 기체(PG2)를 공급한다.
- <48> 기체회수배관(94)은 기체공급배관(92)과 마찬가지로, 수지나 스텐 등의 금속으로 구성되고, 노즐유닛(100)에 형성된 기체회수구(104)에 접속된다. 본 실시형태의 기체회수배관(94)은 2개의 기체회수배관(94a) 및 (94b)를 포함한다. 기체 회수배관(94a)은 제 1 기체회수구(104a)에 접속되고, 기체회수배관(94b)은 제 2 기체회수구(104b)에 접속된다. 기체회수배관(94a)은 제 1 기체회수구(104a)를 개재해서 제 1 기체(PG2)를 회수하고, 기체회수배관(94b)은 제 2 기체회수구(104b)를 개재해서 제 2 기체(PG2)를 회수한다.
- <49> 기체조정장치(96)는 기체(PG)의 온도 및 습도(즉, 기체(PG)에 포함되는 액체(LW)의 농도)를 조정하는 기능을 하고, 2종류의 서로 다른 기체, 즉 제 1 기체(PG1) 및 제 2 기체(PG2))를 생성한다. 기체조정장치(96)는 제 1 기체(PG1)를 기체공급배관(92a)(제 1 기체공급구(103a))에 제공하고, 제 1 기체(PG1)와는 다른 제 2 기체(PG2)를 기체공급배관(92b)(제 2 기체공급구(103b))에 제공한다. 2종류의 서로 다른 기체란, 예를 들면, 서로 습도가 다른 공기이다. 이 경우에, 기체조정장치(96)는, 예를 들면, 제 1 기체(PG1)의 습도가 제 2 기체(PG)의 습도보다 높아지도록 조정한다. 또한, 2종류의 서로 다른 기체는, 공기와 불활성 기체이어도 된다. 예를 들면, 제 1 기체(PG1)로는 질소, 헬륨, 네온, 및 아르곤 등의 불활성기체 또는 수소에 액체(LW)의 증기를 혼합시킨 기체를 사용하고, 제 2 기체(PG2)로는 공기를 사용한다. 제 1 기체(PG1)는 후술하는 바와 같이, 액체(LW)와 접촉하므로, 산소 분압이 적은 불활성 기체를 사용하는 경우에, 노광광의 투과율을 감소시키는 산소를 액체(LW)로부터 차단할 수 있다. 또한, 불활성 기체는, 액체(LW)에 용해해도 액체(LW)의 굴절률의 변화가 적기 때문에, 전사 성능의 열화가 적다. 또한, 기체조정장치(96)는 도시하지 않은 습도(농도) 계측부와 도시하지 않은 온도계측부를 가진다. 습도계측부는 기체(PG)의 습도(즉, 기체(PG)에 포함되는 액체(LW)와 동일한 물질의 증기 또는 액체(LW)가 기화한 증기와 동일한 조성을 가지는 증기의 농도)를 계측한다. 온도계측부는 기체(PG)의 온도를 계측한다.
- <50> 본 실시형태에서는, 도 2에 도시된 바와 같이, 제 1 기체공급구(103a)로부터 공급되는 제 1 기체(PG1)와 제 2 기체공급구(103b)로부터 공급되는 제 2 기체(PG2)에 의해, 2개 또는 2중의 기체커튼이 형성된다. 제 2 기체(PG2)에 의해 형성되는 기체커튼은 투영광학계(30)의 광축(OA)에 대해서 제 1 기체(PG1)에 의해 형성되는 기체커튼보다 외측에 형성된다. 본 실시형태에서는, "내측"이란, 투영광학계(30)의 광축(OA)에 가까워지는 측(즉, 광축(OA)측)으로서 정의되고, "외측"이란, 투영광학계(30)의 광축(OA)으로부터 분리되는 측으로서 정의된다.
- <51> 제 1 기체(PG1)는 액체(LW)의 주위에 기체커튼을 형성하고 액체(LW)와 접촉한다. 제 1 기체(PG1)의 습도가 낮은 경우, 액체(LW)가 증발해서, 기화열이 발생한다. 이 기화열로 인해, 액체(LW)의 온도가 저하할 뿐만 아니라, 투영광학계(30)(의 최종렌즈) 및 웨이퍼(40)(의 표면)의 온도도 저하한다. 이에 의해, 투영광학계(30)의 최종렌즈 및 웨이퍼(40)의 표면의 변형을 발생시키고, 수차의 발생 및 초점(결상)위치의 변화에 의해 노광정밀도가 악화된다. 따라서, 본 실시형태의 기체조정장치(96)는 제 1 기체(PG1)의 습도가 제 2 기체(PG2)의 습도보다 높아지도록 조정한다. 보다 구체적으로는, 기체조정장치(96)는 액체(LW)와 동일한 물질의 증기 또는 액체(LW)가 기화한 증기와 동일한 조성을 가지는 증기를 제 1 기체(PG1)에 혼합시킨다. 제 1 기체(PG1)의 습도를 제 2 기체

(PG2)의 습도보다 높게 하는 것에 의해, 액체(LW)의 증발을 억제할 수 있다.

- <52> 제 2 기체(PG2)에 의한 기체커튼을 형성하지 않고, 제 1 기체(PG1)에 의한 기체커튼만을 형성하는 것도 생각할 수 있다. 제 2 기체(PG2)에 의한 3가지의 효과를 얻는다.
- <53> 제 1 효과는 제 2 기체(PG2)의 기체커튼의 형성에 의해 제 1 기체(PG1)에 의한 기체커튼의 형성이 보조된다(정류 효과). 제 1 기체(PG1)에 의한 기체커튼만을 형성할(즉, 제 1 기체(PG1)만을 공급할) 경우, 제 1 기체(PG1)의 일부가 제 1 기체공급구(102a)로부터 외측으로 누출되어서, 액체(LW)를 제한하는 기체커튼의 기체압이 약해진다. 그 결과, 노광중에 웨이퍼(40)이 고속으로 이동하면, 투영광학계(30)와 웨이퍼(40)사이의 공간에 공급 또는 충전된 액체(LW)가 액체(LW)의 주위에 비산한다. 또, 일본국 공개특허 2004-289126호 공보에서와 같이, 회수구 1개만으로 2개의 기체공급구로부터 기체를 회수하면, 이들 기체공급구로부터 공급되는 이들 기체의 유로를 고정시키지 못해서, 실용적이지 않다. 본 실시형태는 제 2 기체(PG2)의 기체커튼을 형성함으로써, 제 1 기체(PG1)가 제 1 기체공급구(102a)로부터 외측으로 누출되는 것을 억제해서, 제 1 기체(PG1)에 의한 기체커튼을 강고하게 하고 있다. 보다 구체적으로는, 본 실시형태는 도 2에 도시된 바와 같이, 광축(OA)로부터 투영광학계(30)의 최종 렌즈의 반경방향(내측으로부터 외측으로)을 따라서, 제 1 기체회수구(104a), 제 1 기체공급구(103a), 제 2 기체공급구(103b), 제 2 기체회수구(104b)의 순으로 배치한다. 이 구성에 의해, 투영광학계(30)의 광축(OA)에 대해서, 제 1 기체(PG1)를 외측에서 안쪽으로 이동시키고, 제 2 기체(PG2)는 내측에서 외측으로 이동시킴으로써, 정류효과를 얻을 수 있다. 제 1 기체회수구(104a), 제 1 기체공급구(103a), 제 2 기체공급구(103b) 및 제 2 기체회수구(104b) 간의 배치에 대해서는, 다음에 상세하게 설명한다.
- <54> 제 2 효과는 제 2 기체(PG2)의 기체커튼의 형성에 의해, 노광장치(1)의 챔버 내의 습도를 낮게 유지하는 것이다(습도제어 효과). 습기 있는 제 1 기체(PG1)가 후술하는 블록부(100a)의 외측으로부터 유출하면, 웨이퍼스테이지(45)가 수용된 공간에 배치되어 있는 기계 부품이나 상기 부품을 부식시킬 우려가 있다. 또한, 웨이퍼스테이지(45)를 수용하는 공간의 분위기의 농도 분포가 불균일하게 되어, 레이저간섭계(56) 및 (58)을 포함하는 측거장치(50)의 측정오차를 크게 발생시킬 우려가 있다. 따라서, 본 실시형태의 노광장치(1)는 제 2 기체(PG2)의 기체커튼에 의해 제 1 기체(PG1)를 가리고, 습기가 있는 제 1 기체(PG1)가 블록부(100a)의 외측으로 유출하는 것을 방지한다. 이 경우에, 제 2 기체(PG2)는 웨이퍼스테이지(45)가 배치되는 공간의 기체 또는 분위기와 유사한 습도 또는 조성으로 조정되는 것이 바람직하다.
- <55> 제 3 효과는 제 2 기체(PG2)의 기체커튼의 형성에 의해, 노광장치(1)(즉, 웨이퍼스테이지(45)가 배치되는 공간)를 둘러싸는 챔버를 간단하게 하는 것이다. 제 2 기체(PG2)의 성분 비율 및 웨이퍼스테이지(45)가 배치되는 공간의 분위기(기체)(PG3)의 성분비율이 노광장치(1)의 배치되는 클린룸의 분위기(PG4)의 성분비율과 다른 경우, 노광장치(1)를 둘러싸는 챔버를 강고한 챔버로 할 필요가 있다. 강고한 챔버란, 챔버의 내부와 챔버의 외부 사이에서 기체의 이동이 거의 없는 챔버를 의미한다. 강고한 챔버에 의해 챔버 내의 공기조절용 팬이나 구동기구로부터 발생하는 소리의 반사도 커져서, 레이저간섭계(56) 및 (58)를 포함한 측거장치(50)의 측정오차를 증가시킨다.
- <56> 한편, 제 2 기체(PG2)의 성분비율이 웨이퍼스테이지(45)가 배치되는 공간의 분위기(PG3)의 성분비율 및 노광장치(1)가 배치되는 클린룸의 분위기(PG4)의 성분 비율과 대략 같은 경우에, 강고한 챔버보다 저렴한 간이적인 챔버가 실용적이다. 따라서, 본 실시형태는 웨이퍼스테이지(45)가 배치되는 공간의 분위기(PG3)의 성분비율 및 노광장치(1)가 배치되는 클린룸의 분위기(PG4)의 성분비율과 대략 동일한 성분비율을 가지는 제 2 기체(PG2)를 사용하여 기체커튼을 형성한다. 액체(LW)는 순수를 사용하는 경우, 노광장치(1)가 배치되는 클린룸의 분위기의 습도는 40% 정도로 제어되므로, 제 2 기체(PG2)의 습도는 40% 정도인 것이 바람직하다.
- <57> 제 1 효과(정류 효과)는 제 1 기체(PG1)의 이동 방향과 제 2 기체(PG2)의 이동 방향이 다를 필요가 있다. 제 2 효과(습도제어 효과)는 2중의 기체커튼이 형성될 필요가 있지만, 제 1 기체(PG1) 및 제 2 기체(PG2)의 이동 방향은 문제되지 않는다.
- <58> 기체공급구(103)의 내부에 있어서의 증기의 혼입량을 포화 증기압과 동일하게 하면, 기체공급구(103)의 외부로 기체(PG)가 분출할 때의 압력/온도 강하에 의해, 웨이퍼(40)의 표면에 결로가 발생한다. 웨이퍼(40)의 표면에 발생한 결로는 증발할 때에 기화열을 발생시키기 때문에, 웨이퍼(40)의 온도 강하에 의해 웨이퍼(40)가 변형되어, 노광정밀도가 악화된다. 결로의 발생을 억제하기 위해서는, 기체공급구(103)의 내부에 있어서의 기체(PG)의 습도를 기체공급구(103)의 외부의 기체의 습도 이하로 유지하는 것이 바람직하다.
- <59> 기체공급구(103)로부터 기체(PG)를 공급하는 경우, 유로의 압력손실에 의해, 기체공급구(103)의 외측의 압력보

다 기체공급구(103)의 내측의 압력이 높아진다. 더욱이, 기체공급구(103)로부터 기체(PG)가 분출했을 때의 단열 팽창에 의해 온도가 저하한다. 웨이퍼(40)의 온도를 소정의 온도로 제어하기 위해서는, 이러한 소정의 온도보다 약간 높은 온도의 기체(PG)를 공급하는 것이 바람직하다.

<60> 기체(PG)의 습도를 높게 조정한 경우나, 노즐유닛(100)(볼록부(100a))의 외측으로 기체(PG)의 누출량이 많은 경우에는, 웨이퍼스테이지(45)가 배치되는 공간의 분위기의 농도가 불균일하게 되어서, 측거장치(50)의 측정오차가 커져서, 노광 정밀도가 저하되어 버린다. 따라서, 기체공급구(103)로부터 공급되는 기체(PG)의 공급량을 기체회수구(104)로부터 회수하는 기체(PG)의 회수량보다 적게 조정함으로써, 습기가 있는 기체(PG)가 볼록부(100a)의 외측으로 누출되는 것을 억제하는 것이 바람직하다. 이 구성에 의해 웨이퍼스테이지(45)가 배치되는 공간의 분위기의 농도를 균일하게 유지할 수 있어서 측거장치(50)의 측정오차를 저감할 수 있다.

<61> 본 실시형태의 노즐유닛(100)은 기체공급구(103) 및 기체회수구(104)를 가진 볼록부(100a)와, 액체공급구(101) 및 액체회수구(102)를 가진 베이스부(100b)를 포함하고 있다. 액체공급구(101), 액체회수구(102), 기체공급구(103) 및 기체회수구(104)는 도 3에 도시된 바와 같이, 2개의 동심원 사이에 유지된 개구이며, 스펀지 등의 다공질 부재를 포함하여도 되고 공동(空洞)으로 형성되어도 된다. 액체공급구(101), 액체회수구(102), 기체공급구(103) 및 기체회수구(104)는, 2개의 동심원 사이에 유지된 형상 이외에, 2개의 상사의 다각형으로 유지된 형상이나, 또는 다른 형상이어도 된다. 여기서, 도 3은 노즐유닛(100)의 개략 저면도이다.

<62> 액체공급구(101), 액체회수구(102), 기체공급구(103)(제 1 기체공급구(103a) 및 제 2 기체공급구(103b)를 가짐), 기체회수구(104)(제 1 기체회수구(104a) 및 제 2 기체회수구(104b)를 가짐) 간의 배치 또는 위치관계에 대해 자세하게 설명한다.

<63> 액체공급구(101)는 액체공급배관(72)에 접속되고 액체(LW)를 공급하기 위한 개구로서 역할하기 때문에, 액체공급구(101), 액체회수구(102), 기체공급구(103) 및 기체회수구(104) 중에서 투영광학계(30)에 가장 가깝게 배치된다. 액체회수구(102)는 액체회수배관(74)에 접속되고 공급된 액체(LW)를 회수하기 위한 개구로서의 역할을 하기 때문에, 액체공급구(101)의 부근 및 외측에 배치된다. 액체공급구(101) 및 액체회수구(102)는 본 실시형태에서 동심원 형상이지만, 단속적으로 형성되어도 된다.

<64> 액체 회수구(102)는 액체(LW)와 함께 액체회수구(102)의 주변의 기체를 흡입한다. 액체회수구(102)로부터 흡입되는 유체의 양은, 액체공급구(101)로부터 공급되는 액체의 공급량보다 상당히 많다. 도시하지 않은 기밀성이 높은 벨로우즈에 의해 노즐유닛(100)의 볼록부(100a) 및 베이스부(100b)가 서로 접속되어 있는 경우, 액체회수구(102)의 주변의 기압이 볼록부(100a)의 외측의 공간의 기압에 대해서 부압(負壓)이 된다. 따라서, 볼록부(100a)와 웨이퍼(40) 사이의 공간을 개재해서 액체(LW)에 분무되는 기체(PG)의 유속이 수십 m/초를 초과하기 때문에, 액체(LW)의 계면이 불안정하게 되어, 기포가 발생하기 쉬워진다.

<65> 따라서, 도시하지 않은 기밀성이 있는 벨로우즈에 도시하지 않은 기체공급/회수배관을 접속해서, 기체공급/회수배관 내부의 압력이 소정의 압력이 되도록 기체를 공급 및 회수해서, 액체회수구(102)와 볼록부(100a) 사이의 공간이 부압이 되는 것을 억제할 수 있다. 기체공급/회수배관으로부터 공급된 공급기체가 제 1 기체와 동일하면, 액체(LW)의 증발이 더욱 감소된다. 또, 베이스부(100b)와 별도의 부재로서 볼록부(100a) 사이의 어퍼쳐와 노즐유닛(100)의 외부의 공간을 접속하는 것에 의해서도, 액체회수구(102)의 부근의 기압이 부압이 되지 않게 할 수 있다.

<66> 기체공급구(103)는 기체공급배관(92)에 접속되고 제 1 기체(PG1) 및 제 2 기체(PG2)를 공급하기 위한 개구로서의 역할을 한다. 기체공급구(103)는 기체커튼을 형성하는 제 1 기체(PG1) 및 제 2 기체(PG2)를 공급하고, 본 실시형태에서는, 볼록부(100a)에 형성된다. 기체회수구(104)는 공급된 제 1 기체(PG1) 및 제 2 기체(PG2)를 회수하기 위한 개구로서의 역할을 하며, 기체회수배관(94)에 접속된다. 기체회수구(104)는 기체공급구(103)의 근처에 배치된다.

<67> 웨이퍼스테이지(45)가 고속으로 이동하는 경우나 액체(LW)의 접촉각이 작은 경우에는, 액체(LW)가 끌려 들어가 액체(LW)의 신장량이 증가한다. 제 1 기체공급구(103a)로부터 공급되는 제 1 기체(PG1)는 신장하는 액체(LW)를 억제하고, 제 1 기체회수구(104a)는 공급된 제 1 기체(PG1)와 함께 상기 신장한 액체(LW)를 회수한다. 이 때, 제 1 기체회수구(104a)는 공기와 액체를 동시에 흡입하기 때문에, 진동을 발생시킨다. 따라서, 본 실시형태는 제 1 기체회수구(104a)(제 2 기체회수구(104b)를 포함함)가 형성된 볼록부(100a)를 노즐유닛(100)의 베이스부(100b)와 분리한다.

<68> 제 1 기체공급구(103a)는 투영광학계(30)의 광축(OA)에 대해서 액체공급구(101)의 외측에 배치되고, 액체(LW)의

주위에 제 1 기체(PG1)를 공급한다. 제 2 기체공급구(103b)는 투영광학계(30)의 광축(OA)에 대해서 제 1 기체공급구(103a)의 외측에 배치되고, 제 1 기체(PG1)와 인접하도록 제 2 기체(PG2)를 공급한다. 제 1 기체회수구(104a)는 투영광학계(30)의 광축(OA)에 대해서 제 1 기체공급구(103a)의 내측에 배치되고, 또한 액체공급구(101)와 제 1 기체공급구(102a) 간에 배치된다. 제 1 기체회수구(104a)는 적어도 제 1 기체공급구(103a)로부터 공급되는 제 1 기체(PG1)를 회수한다. 제 2 기체 회수구(104b)는 투영광학계(30)의 광축(OA)에 대해서 제 2 기체공급구(103b)의 외측에 배치되고 적어도 제 2 기체(PG2)를 회수한다.

<69> 액체(LW)의 주위에 2중의 기체커튼을 형성하기 위해서, 제 1 기체공급구(103a) 및 제 2 기체공급구(103b)에 의해 제 1 기체(PG1) 및 제 2 기체(PG2)를 공급하면, 제 1 기체공급구(103a) 및 제 2 기체공급구(103b)의 공급량이나 전력 소비량이 증가된다. 한편, 본 발명자는 웨이퍼(40)의 이동방향에 따라 액체(LW)도 이동해서, 액체(LW)가 항상 모든 방향으로 퍼지는 것은 아닌 것을 발견했다. 따라서, 본 실시형태에서는, 도 3에 도시된 바와 같이, 기체공급구(103) 및 기체회수구(104)를 각각 4 분할하고, 액체(LW)가 퍼질 방향에 따라 사용 또는 구동하는 기체공급구(103) 및 기체 회수구(104)를 선택해서 기체커튼을 형성하고 있다. 이에 의해, 본 실시형태에서는 노광장치(1)의 경제성을 향상시킬 수 있다.

<70> 도 3 및 도 4를 참조하면서, 기체공급구(103)(제 1 기체공급구(103a) 및 제 2 기체공급구(103b)를 가짐) 및 기체회수구(104)(제 1 기체회수구(104a) 및 제 2 기체회수구(104b)를가짐)의 선택에 대해서 설명한다.

<71> 도 3 및 도 4를 참조하면, 제 1 기체공급구(103a)는 밸브(V1), (V2) 및 (V3)를 개재하여 절환가능한 제 1 기체공급구(103a₁) 내지 (103a₄)를 가진다. 제 2 기체공급구(103b)는 밸브(V4), (V5) 및 (V6)를 개재하여 절환가능한 제 2 기체공급구(103b₁) 내지 (103b₄)를 가진다. 제 1 기체회수구(104a)는 밸브(V7), (V8) 및 (V9)를 개재하여 절환가능한 제 1 기체회수구(104a₁) 내지 (104a₄)를 가진다. 제 2 기체회수구(104b)는 밸브(V10), (V11) 및 (V12)를 개재하여 절환가능한 제 2 기체회수구(104b₁) 내지 (104b₄)를 가진다. 본 실시형태는 제 1 기체 회수구(104a) 및 제 2 기체회수구(104b)는 각각 4개로 분할되고 있지만, 본 발명은 더 많은 부분으로 분할할 수 있다. 절환제어부(120)에 의해 밸브(V1) 내지 (V12)를 제어한다. 여기서, 도 4는 액체(LW)의 확산에 따라 기체공급구(103) 및 기체회수구(104)의 선택을 설명하기 위한 도면이다. 도 4는 기체공급구(103), 기체회수구(104), 밸브(V1) 내지 (V12), 및 절환제어부(120)의 구성을 나타내는 개략 블록도이다.

<72> 절환제어부(120)는 제 1 기체(PG1) 및 제 2 기체(PG2)의 소비량을 절약하기 위해서, 각 밸브(V1) 내지 (V12)의 동작을 웨이퍼스테이지(45)(즉, 웨이퍼(40))의 이동방향에 따라서 제어하거나 또는 절환한다. 환언하면, 절환제어부(120)는 웨이퍼스테이지(45)의 이동방향에 의거하여 복수의 기체공급구 및 기체회수구 중 사용할 1쌍의 기체공급구 및 기체회수구를 선택한다. 도 3을 참조하면, +x방향으로 웨이퍼(40)가 이동하는 경우, 액체(LW)는 웨이퍼(40)의 이동에 의해 이끌려서 +x방향으로 확장된다. 이 경우에, 제 1 기체공급구(103a₂) 및 제 2 기체공급구(103b₂)에 의해 제 1 기체(PG1) 및 제 2 기체(PG2)를 공급하고, 제 1 기체회수구(104a₂) 및 제 2 기체 회수구(104b₂)에 의해 제 1 기체(PG1) 및 제 2 기체(PG2)를 회수한다. 이 구성에 의해, 기체(PG)의 소비량을 억제하면서 액체(LW)의 확산을 억제할 수 있다.

<73> +x방향으로 웨이퍼(40)가 이동하는 경우, 웨이퍼(40)의 이동방향의 액체(LW)를 제한해야 한다. 따라서, 제 1 기체공급구(103a₁), 제 2 기체공급구(103b₁), 제 1 기체회수구(104a₁), 및 제 2 기체회수구(104b₁)로부터 공급 및 회수를 정지시킨다. 또한, 그 이외의 기체공급구 및 기체회수구로부터의 기체(PG)를 공급 및 회수해서 제 1 기체(PG1) 및 제 2 기체(PG2)의 소비량을 억제함으로써 액체(LW)의 확산을 억제할 수 있다. 제 1 기체(PG1) 및 제 2 기체(PG2)의 소비량을 억제하기 위해서, 기체회수구를 절환하지 않고 기체공급구만을 절환하여도 된다.

<74> 액체(LW)는 상술한 바와 같이, 예를 들면, 순수보다 더 높은 굴절률을 가지는 재료, 유기물질 또는 무기물질 등의 여러가지 종류의 물질을 사용할 수 있다. 증발한 물질에 의해 노광장치(1)의 내부 및 외부의 분위기가 오염되고, 노광장치(1)의 내부에서 사용되는 광학부품을 흐려지게 하고, 노광장치를 구성하는 부품에 부식이 생기는 것이 염려된다. 본 실시형태에서는, 제 1 기체공급구(103a), 제 2 기체공급구(103b), 제 1 기체 회수구(104a), 및 제 2 기체 회수구(104b)에 의해, 액체(LW)의 계면의 변형이나 증발한 액체(LW)의 불룩부(100a)에의 확산을 억제하고 있다. 이 경우에, 제 1 기체공급관(92a)으로부터 공급되는 제 1 기체(PG1)를 산소 분압이 낮은 질소, 헬륨 등의 불활성 기체를 사용한다. 상기 공급된 제 1 기체(PG1)는 액체(LW)와 같은 물질의 증기나 액체(LW)가 기화한 증기의 조성을 가지는 증기를 포함하는 것이 바람직하다. 제 2 기체공급구(92b)로부터 공급하는 제 2 기체(PG2)는 웨이퍼스테이지(45)가 배치되는 공간의 분위기(기체)(PG3)와 대략 같은 성분비율의 분위기, 예를 들

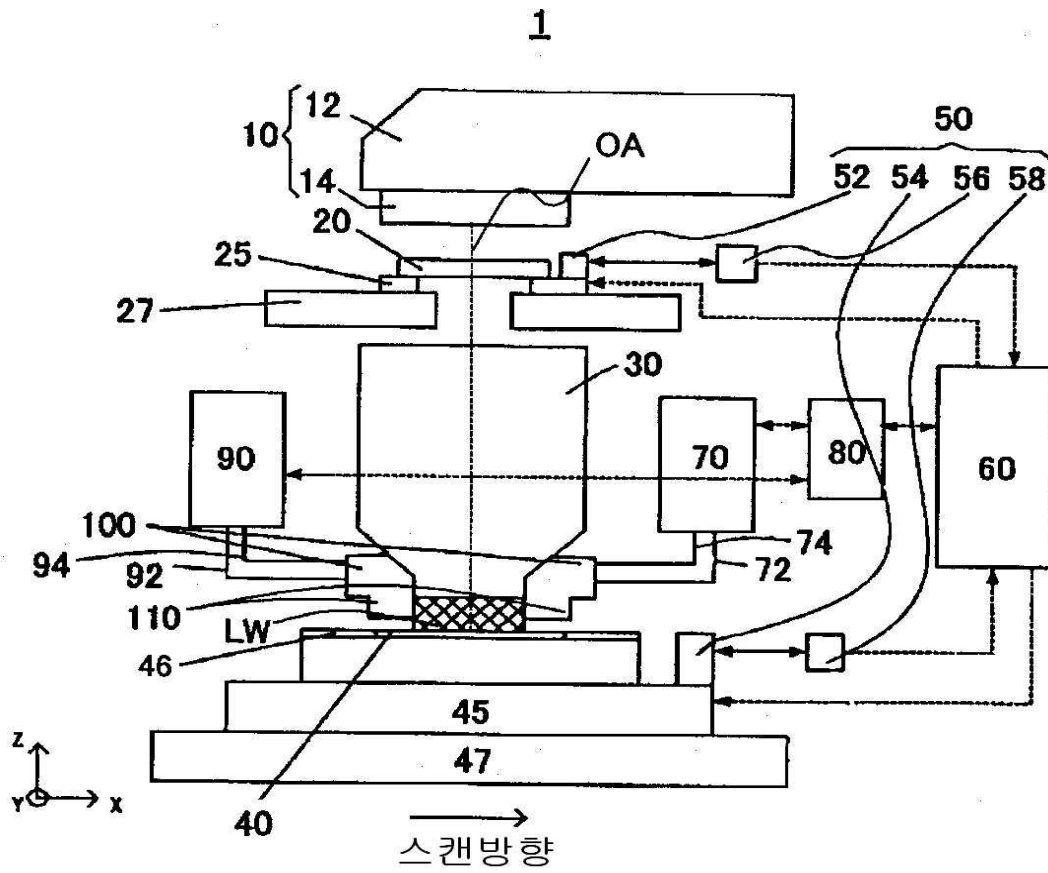
면, 습도 40%의 공기인 것이 바람직하다.

- <75> 이와 같이, 제 1 기체(PG1)로 산소분압이 낮은 불활성 기체를 사용한다. 제 1 기체(PG1)에 포함되는 산소의 분압은 제 2 기체(PG2)에 포함되는 산소의 분압보다 낮으므로, 노광광의 투과율을 감소시키는 산소를 액체(LW)로부터 차단할 수 있다. 제 1 기체(PG1) 및 제 2 기체(PG2)의 습도를 조정함으로써, 액체(LW)의 증발을 억제할 수 있다. 웨이퍼스테이지(45)가 배치되는 공간의 분위기의 농도가 불균일하게 되는 것을 방지함으로써, 측거장치(50)의 측정오차를 억제할 수 있다.
- <76> 블록부(100a)는 투영광학계(30)의 최종면으로부터 웨이퍼 방향으로 돌출하며, 상술한 바와 같이, 노즐유닛(100)의 베이스부(100b)와 분리되어 있다. 블록부(100a)는 투영광학계(30)와 웨이퍼(40)간의 간격보다 작은 간격을 형성한다. 이에 의해, 블록부(100a)는 액체(LW)의 이동을 제한하고, 기체커튼을 사용하여 액체(LW)의 감금효과를 향상시킬 수 있다. 투영광학계(30)의 최종면과 웨이퍼(40)간의 간격은 1 mm정도인 반면에, 블록부(100a)와 대응하는 웨이퍼(40)또는 동면판(46)간의 거리(h)는 0.4 mm정도이다. 기체커튼(기체(PG))을 불어내는 힘이 너무 크면, 투영광학계(30)와 웨이퍼(40) 사이의 공간에 공급된 액체(LW)가 비산할 가능성이 있기 때문에, 기체(PG)를 불어내는 힘의 상한은 제한된다. 그러나, 이 상한은 1mm의 간극에 액체(LW)를 제한하기에는 불충분하므로, 본 실시형태에서는, 블록부(100a)와 웨이퍼(40) 또는 동면판(46) 간의 거리(h)를 사용하여 투영광학계(30)와 웨이퍼(40) 사이의 간격을 실질적으로 1mm보다 작게 해서, 기체(PG)의 불어내는 힘의 저하를 억제한다. 이 구성에 의해, 기체커튼에 의한 액체(LW)의 감금기능이 확보되기 때문에, 고굴절률을 가지는 유기계 또는 무기계의 재료를 액체(LW)로서 사용한 경우에도, 액체(LW)의 증발에 의한 노광장치(1)의 내부 및 외부의 분위기를 오염시키는 것을 방지할 수 있다.
- <77> 거리(h)가 너무 작으면, 정전, 지진, 진동 등에 의해 블록부(100a)와 웨이퍼(40)가 접촉할 우려가 있다. 따라서, 노광장치(1)는 블록부(100a)와 웨이퍼(40) 간의 거리(h)를 조정하는 조정기구(110)를 가지고 있다. 조정기구(110)에 의해 블록부(100a)와 웨이퍼(40) 간의 접촉을 방지하는 것을 시도하고, 블록부(100a)를 이동시킨다. 조정기구(110)는, 도 2에 도시된 바와 같이, 구동부(111), 계측부(113), 및 제어부(115)를 가진다.
- <78> 구동부(111)는 블록부(100a)를 이동하는 기능을 하고, 본 실시형태에서는, 신축가능한 벨로우즈(도시하지 않음)이다. 구동부(111)는 블록부(100a)를 노즐유닛(100)에 이동 가능하게 접속한다. 구동부(111)는 도시하지 않은 구동장치와 연동 하여, 블록부(100a)를 수직방향으로 이동시킨다. 이 경우에, 블록부(100a)가 이동하는 위치는, 블록부(100a)에 형성되는 도시하지 않은 스톱퍼에 의해 규제해도 된다. 또한, 웨이퍼(40)가 한번에 긴 거리를 이동하므로, 예를 들면, 얼라인먼트 시에, 투영광학계(30)와 웨이퍼(40) 사이의 공간으로부터 액체(LW)가 누출되기 쉬워진다. 따라서, 얼라인먼트시, 블록부(100a)와 웨이퍼(40)간의 거리(h)를 짧게 해야 한다. 물론, 얼라인먼트 이외의 시간에, 블록부(100a)와 웨이퍼(40)간의 거리(h)를 짧게 해도 된다.
- <79> 계측부(113)는 투영광학계(30)의 최종렌즈와 웨이퍼(40) 간의 간격 또는 거리를 계측하는 측거센서이며, 예를 들면, 노즐유닛(100) 또는 웨이퍼스테이지(45)에 배치된다. 계측부(113)는 계측결과를 제어부(115)에 전송한다.
- <80> 제어부(115)는 계측부(113)의 계측결과에 의거하여 구동부(111)(도시하지 않은 구동장치)를 제어해서 블록부(100a)와 웨이퍼(40)간의 거리(h)를 최적화한다.
- <81> 이상 설명한 바와 같이, 노광장치(1)는 제 2 기체(PG2)에 의한 기체커튼을 사용하여 제 1 기체(PG1)에 의한 기체커튼을 이용함으로써 2중의 기체커튼에 의한 정류효과를 실현하고, 제 1 기체(PG1)의 기체커튼을 안정적으로 형성할 수 있다. 이 구성에 의해, 투영광학계(30)와 웨이퍼(40) 사이의 액체(LW)를 안정적으로 제한할 수 있어서, 우수한 노광 정밀도를 실현할 수 있다. 또한, 노광장치(1)는 2중의 기체커튼을 사용하여 기화열의 발생을 억제해서, 고품위의 노광을 확보한다. 더욱이, 노광장치(1)는 기체커튼의 형성이 필요한 장소에만 기체공급 및 회수를 함으로써 경제성을 향상시킬 수 있다.
- <82> 이하, 도 5를 참조하면서, 노광장치(1)의 변형 예인 노광장치(1A)에 대해서 설명한다. 노광장치(1A)는 노광장치(1)와 유사하지만, 노즐유닛(100A)의 구성이 다르다. 여기서, 도 5는 노광장치(1A)를 설명하기 위한 도면이며, 노광장치(1A)의 투영광학계(30)와 웨이퍼(40) 부근을 나타내는 확대 단면도이다.
- <83> 노즐유닛(100A)은 노즐유닛(100)과 마찬가지로, 액체공급구(101), 액체회수구(102), 기체공급구(103A) 및 기체회수구(104A)를 가진다. 기체공급구(103A) 및 기체회수구(104A)는 실질적으로 기체공급구(102) 및 기체회수구(104)와 동일한 기능을 한다. 노즐유닛(100A)은 제 2 기체공급구(103Ab)와 제 2 기체 회수구(104Ab)의 위치를 교환한 점에서 노즐유닛(100)과 다르다. 노광장치(1A)는 노즐유닛(100A)를 사용하여 노광장치(1)와 동일한 효과를 얻을 수 있다.

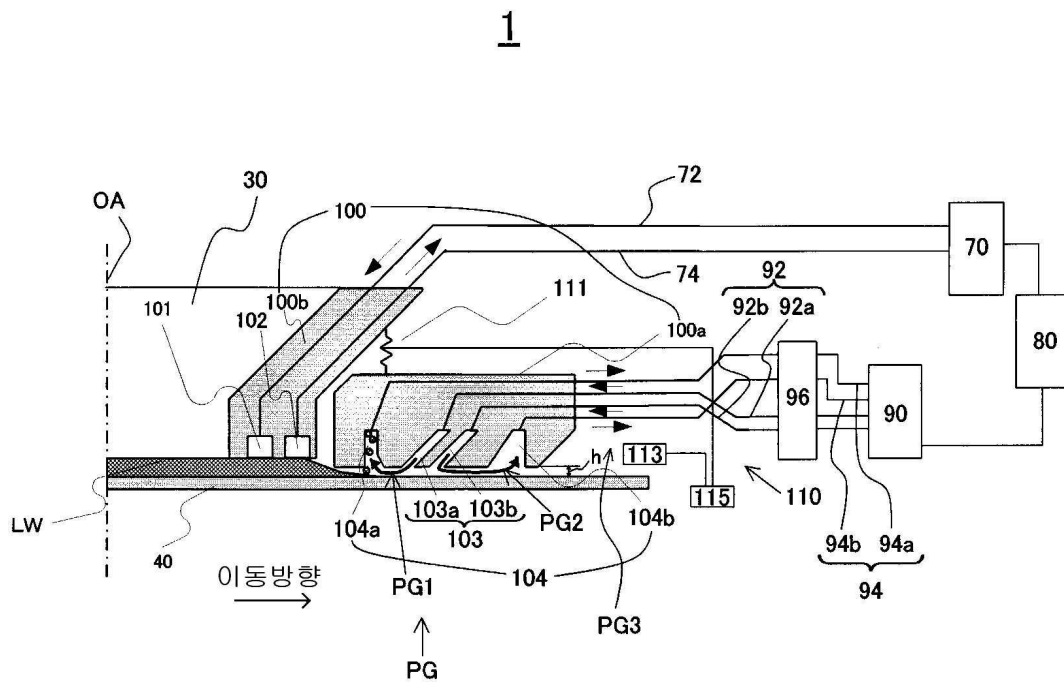
- <84> 기체공급구(102A)는 기체공급배관(92)에 접속되고 제 1 기체(PG1) 및 제 2 기체(PG2)를 공급하기 위한 개구로서 기능을 한다. 환언하면, 기체공급구(102A)는 기체커튼을 형성하기 위한 개구이며, 본 실시형태에서는, 노즐유닛(100A)의 볼록부(100Aa)에 형성된다.
- <85> 기체 회수구(104A)는 공급한 기체(PG)를 회수하기 위한 개구로서 기능하며, 기체회수구(94)에 접속된다. 기체 회수구(104A)는 기체공급구(102A)의 부근에 배치된다. 기체회수구(104A)는 투영광학계(30)의 광축(OA)에 대해서 기체공급구(102A)에 형성된다. 이에 의해, 기체(PG)의 유동방향은 투영광학계(30)의 광축(OA)에 대해서 외측에서 내측으로 향하게 된다.
- <86> 상술한 바와 같이, 웨이퍼스테이지(45)를 고속으로 이동시키는 경우나 액체(LW)의 접촉각이 작은 경우에는, 액체(LW)가 끌려가서 액체(LW)의 신장량이 증가한다. 제 1 기체공급구(103Aa)로부터 공급되는 제 1 기체(PG1)는 신장하는 액체(LW)를 억제하고 신장하는 액체(LW)는 공급된 제 1 기체(PG1)와 함께 제 1 기체 회수구(104Aa)로 회수된다. 이 경우에, 제 1 기체 회수구(104Aa)는 공기와 액체를 동시에 흡입하기 때문에 진동을 발생시킨다. 따라서, 본 실시형태는 제 1 기체회수구(104Aa)(제 2 기체회수구(104Ab)를 포함)가 형성된 볼록부(100Aa)를 노즐유닛(100A)의 베이스부(100Ab)와 분리한다. 기체공급구(103A)는 제 1 기체공급구(103Aa)와 제 2 기체공급구(103Ab)를 가지고, 기체 회수구(104a)는 제 1 기체회수구(104Aa)와 제 2 기체 회수구(104Ab)를 가진다.
- <87> 제 1 기체공급구(103Aa)는, 투영광학계(30)의 광축(OA)에 대해서 액체공급구(101) 외측에 배치되고, 액체(LW)의 주위에 제 1 기체(PG1)를 공급한다. 제 2 기체공급구(103Ab)는 투영광학계(30)의 광축(OA)에 대해서 제 1 기체공급구(103Aa) 외측에 배치되고, 제 1 기체(PG1)와 인접하도록 제 2 기체(PG2)를 공급한다. 제 1 기체회수구(104Aa)는 투영광학계(30)의 광축(OA)에 대해서 제 1 기체공급구(103Aa) 내측에 배치되고, 또한 액체공급구(101)와 제 1 기체공급구(103Aa) 사이에 배치된다. 제 1 기체 회수구(104Aa)는 적어도 제 1 기체공급구(103Aa)로부터 공급되는 제 1 기체(PG1)를 회수한다. 제 2 기체 회수구(104Ab)는 제 1 기체공급구(103Aa)와 제 2 기체공급구(103Ab) 사이에 배치되고, 적어도 제 2 기체공급구(103Ab)로부터 공급되는 제 2 기체(PG2)를 회수한다. 상기 기체공급구(103A) 및 기체회수구(104A)의 배치에 의해서는, 상술한 정류 효과가 감소하지만, 습도제어효과를 얻을 수 있다.
- <88> 제 1 기체공급구(103Aa), 제 2 기체공급구(103Ab), 제 1 기체회수구(104Aa), 및 제 2 기체회수구(104Ab)는, 스폰지 등의 다공질 부재를 삽입하여 형성해도 되고, 또는 슬릿형상의 개구이어도 된다. 상술한 바와 같이, 경제성을 향상시키기 위해서는, 기체커튼의 형성이 필요한 장소에만 기체를 공급 및 회수한다.
- <89> 이상 설명한 바와 같이, 노광장치(1A)는 2중의 기체커튼에 의해 기화열의 발생을 억제해서, 고품위의 노광을 실현할 수 있다. 또한, 노광장치(1A)는 기체커튼의 형성이 필요한 장소에만 기체를 공급 및 회수함으로써 경제성을 향상시킬 수 있다.
- <90> 노광에 있어서, 광원부(12)로부터 방출된 광은, 조명광학계(14)를 통하여 레티클(20)을 조명한다. 레티클(20)을 통과해서 레티클패턴을 포함한 광은, 투영광학계(30) 및 액체(LW)를 개재해서 웨이퍼(40)에 결상된다. 노광장치(1) 또는 (1A)는 2중의 기체커튼에 의해 기화열을 발생시키지 않고, 투영광학계(30)와 웨이퍼(40) 사이에 액체(LW)를 안정적으로 제한할 수 있기 때문에, 고품위의 노광(즉 고해상도)을 실현할 수 있다. 또, 노광장치(1) 또는 (1A)는 기체커튼의 형성이 필요한 장소에만 기체를 공급함으로써, 경제성을 향상시킬 수 있다.
- <91> 다음에, 도 6 및 도 7을 참조하면서, 노광장치(1) 또는 (1A)를 사용한 디바이스의 제조방법의 실시예를 설명한다. 도 6은 디바이스(예를 들면, IC나 LSI 등의 반도체 칩, LCD, CCD)등의 제조를 설명하기 위한 흐름도이다. 여기에서는, 반도체칩의 제조를 예로서 설명한다. 스텝 1(회로설계)에서는, 반도체 디바이스 회로를 설계한다. 스텝 2(레티클 제작)에서는, 설계된 회로패턴을 가진 레티클을 형성한다. 스텝 3(웨이퍼 제조)에서는, 실리콘 등의 재료를 사용하여 웨이퍼를 제조한다. 스텝 4(웨이퍼 프로세스)는, 전공정으로도 부르며, 레티클과 웨이퍼를 사용하여 리소그래피 기술에 의해 웨이퍼 상에 실제의 회로를 형성한다. 스텝 5(조립)는, 후공정으로도 부르며 스텝 4에서 형성된 웨이퍼를 반도체칩으로 형성하고, 어셈블리공정(예를 들면, 다이싱, 본딩), 패키징(칩밀봉) 등을 포함한다. 스텝 6(검사)에서는, 스텝 5에서 제작된 반도체 디바이스의 동작확인 테스트, 내구성 테스트 등의 각종 검사를 실시한다. 이들 공정을 거쳐서 반도체 디바이스가 완성되고, 이것이 출하(스텝 7) 된다.
- <92> 도 7은 스텝 4의 웨이퍼 프로세스의 상세한 흐름도이다. 스텝 11(산화)에서는, 웨이퍼의 표면을 산화시킨다. 스텝 12(CVD)에서는, 웨이퍼의 표면에 절연막을 형성한다. 스텝 13(전극형성)에서는, 웨이퍼 상에 전극을 증착에 의해 형성한다. 스텝 14(이온주입)에서는, 웨이퍼에 이온을 주입한다. 스텝 15(레지스트처리)에서는, 웨이퍼에 감광제를 도포한다. 스텝 16(노광)에서는, 노광장치(1) 또는 (1A)를 사용하여 레티클의 회로패턴을 웨이퍼에 노

도면

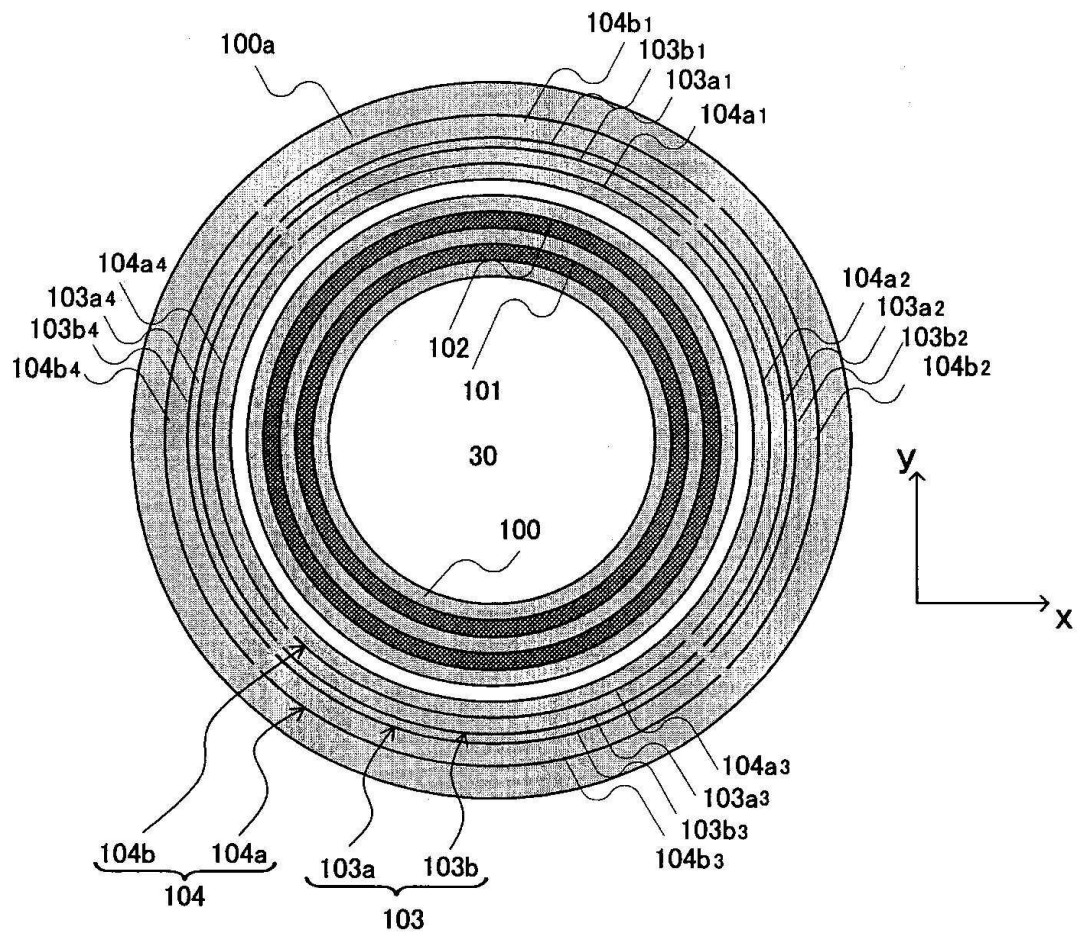
도면1



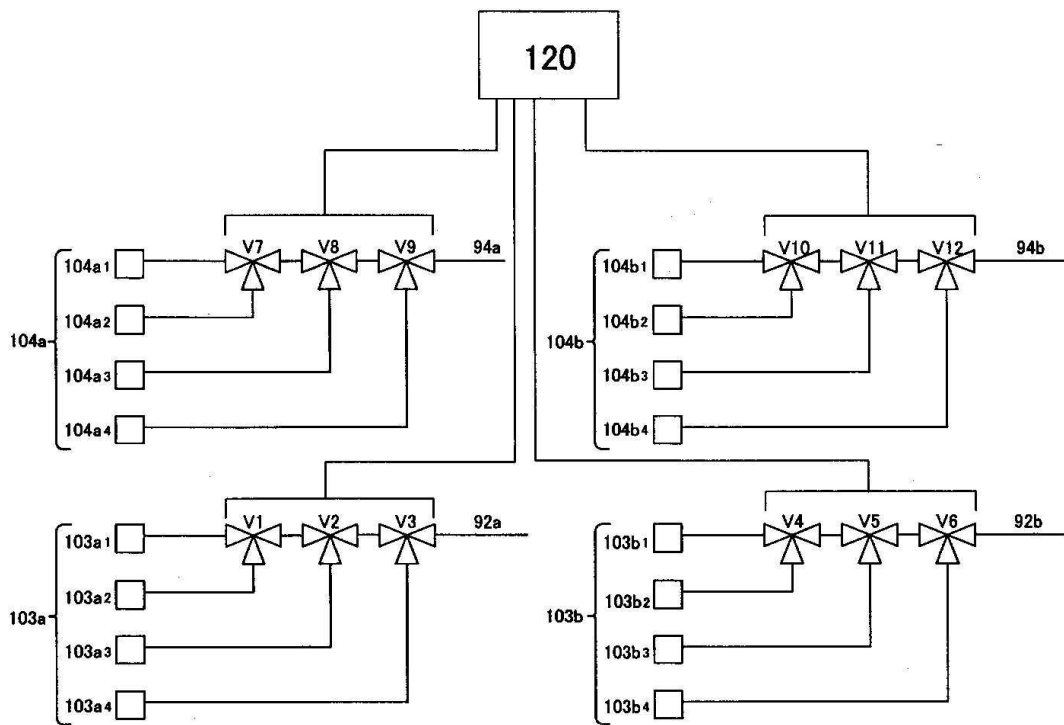
도면2



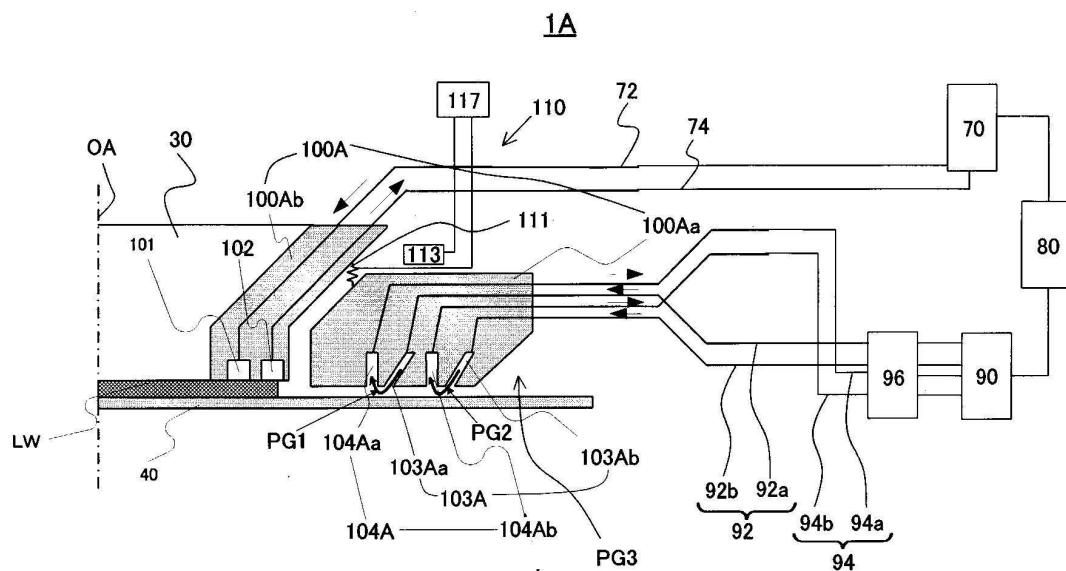
도면3



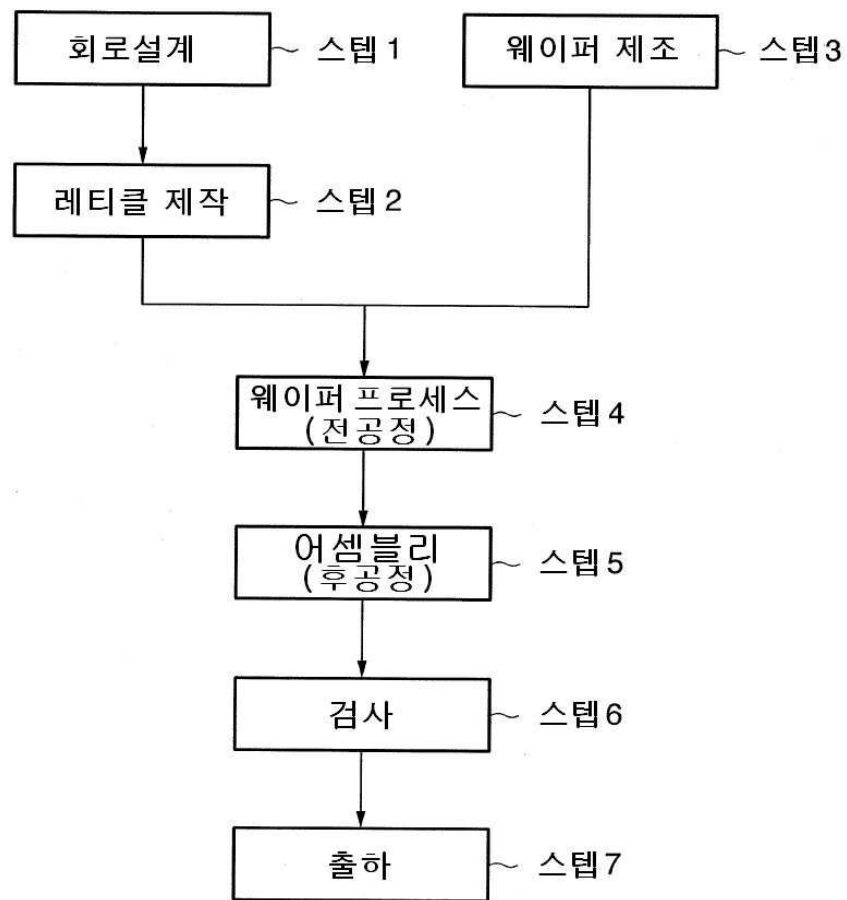
도면4



도면5



도면6



도면7

