



**(19) 대한민국특허청(KR)**  
**(12) 공개특허공보(A)**

(11) 공개번호 10-2016-0105472  
(43) 공개일자 2016년09월06일

- (51) 국제특허분류(Int. Cl.)  
G03F 7/20 (2006.01) G03F 1/70 (2012.01)  
H01L 21/683 (2006.01)
- (52) CPC특허분류  
G03F 7/20 (2013.01)  
G03F 1/70 (2013.01)
- (21) 출원번호 10-2016-7020789
- (22) 출원일자(국제) 2014년11월28일  
심사청구일자 2016년07월28일
- (85) 번역문제출일자 2016년07월28일
- (86) 국제출원번호 PCT/CN2014/092425
- (87) 국제공개번호 WO 2015/101121  
국제공개일자 2015년07월09일
- (30) 우선권주장  
201310752194.6 2013년12월31일 중국(CN)

- (71) 출원인  
상하이 마이크로 일렉트로닉스 이큅먼트 컴퍼니  
리미티드  
중국 상하이 201203 장지양 하이-테크 파크 장동  
로드 1525
- (72) 발명자  
리 링위  
중국 상하이 201203 장지양 하이-테크 파크 장동  
로드 1525
- 리 유훁  
중국 상하이 201203 장지양 하이-테크 파크 장동  
로드 1525
- (74) 대리인  
방해철, 김용인

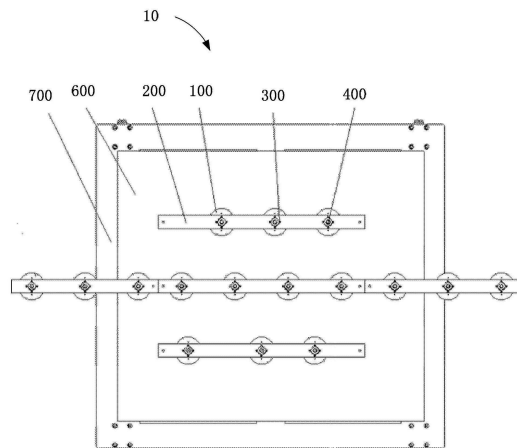
전체 청구항 수 : 총 18 항

(54) 발명의 명칭 **십자선 보정장치 및 이를 이용한 포토리소그래픽 도구**

**(57) 요약**

십자선 형상보정장치(10)는 흡착기들(100); 흡착기 실장 프레임(200); 및 공압제어시스템을 구비하고, 흡착기 실장 프레임(200)은 십자선 스테이지(700) 위에 배치되고, 흡착기들(100)은 서로 이격되어 있는 식으로 흡착기 실장 프레임(200)이 하단에 실장되며, 공압제어시스템은 흡착기들(100)을 제어해 십자선(600)을 흡착 또는 방출함으로써 십자선을 보유하도록 구성된다. 흡착기들(100)은 십자선 상의 사다리꼴 노출 시계(610)를 차단하지 않음으로써, 광범이 십자선 상에 완전히 (100%) 입사하게 하도록 배열된다. 장치(10)는 이용되는 포토리소그래피 도구와 별개로 실장되어, 십자선(600) 상에 무게 하중을 더 낮출 수 있다. 추가로, 장치(10)는 포토리소그래피 도구에 배치된 임의의 부품과 접촉하지 않으며 도구에 추가적인 외부 진동을 도입하지 않는다.

**대표도 - 도2**



(52) CPC특허분류

*G03F 7/70775* (2013.01)

*H01L 21/6838* (2013.01)

---

## 명세서

### 청구범위

#### 청구항 1

복수의 흡착기들; 흡착기 실장 프레임; 및 공압제어시스템을 구비한 십자선 형상보정장치로서,

흡착기 실장 프레임은 십자선 위에 배치되고, 복수의 흡착기들은 서로 이격되어 있는 식으로 흡착기 실장 프레임이 하단에 실장되며, 공압제어시스템은 복수의 흡착기들을 제어해 십자선을 흡착 또는 방출함으로써 십자선을 보유하도록 구성되는 십자선 형상보정장치.

#### 청구항 2

제 1 항에 있어서,

복수의 흡착기들은 조절나사볼트 또는 탈착식 체결장치에 의해 흡착기 실장 프레임의 하단에 고정되는 십자선 형상보정장치.

#### 청구항 3

제 1 항에 있어서,

십자선 상에 복수의 흡착기들의 수직 돌기부들이 십자선의 사다리꼴 노출 시계의 외부에 있는 십자선 형상보정장치.

#### 청구항 4

제 1 항에 있어서,

복수의 흡착기들은 비접촉식으로 흡착에 의해 십자선을 보유하는 십자선 형상보정장치.

#### 청구항 5

제 1 항에 있어서,

공압제어시스템은:

복수의 흡착기들 중 하나에 각각 연결된 복수의 공압채널들; 및

복수의 공압채널들 각각에 배열된 압력완화밸브, 스위칭 밸브 및 압력센서를 구비하는 십자선 형상보정장치.

#### 청구항 6

제 5 항에 있어서,

복수의 흡착기들 각각은 해당 압력센서에 의해 실시간으로 모니터링될 수 있고 해당 압력완화밸브 및 해당 스위칭 밸브에 의해 제어되고 조절될 수 있는 흡착력을 제공하는 십자선 형상보정장치.

#### 청구항 7

제 1 항에 있어서,

복수의 흡착기들의 하단면에서 십자선까지의 거리를 조정하기 위한 실장 플레이트를 더 구비하는 십자선 형상보정장치.

#### 청구항 8

제 1 항에 있어서,

십자선은 크기가 920mm×800mm 이상인 십자선 형상보정장치.

**청구항 9**

광원, 십자선의 면 상에 하나 이상의 조명 시계를 정의하도록 구성된 조명시스템, 십자선을 지지 및 이동하도록 구성된 십자선 스테이지, 대물렌즈, 및 웨이퍼 스테이지를 구비한 포토리소그래피 도구로서,

상기 포토리소그래피 도구는:

십자선 스테이지 위에 배치된 흡착기 실장 프레임;

흡착기 실장 프레임의 하단에 배열된 복수의 흡착기들; 및

복수의 흡착기들을 제어해 흡착에 의해 십자선을 보유하거나 십자선을 놓도록 구성된 공압제어시스템을 구비한, 십자선 형상보정장치를 더 구비하고,

십자선의 면 상에 복수의 흡착기들의 수직 돌기부들은 하나 이상의 조명 시계와 겹치지 않고; 복수의 흡착기들은 비접촉식으로 흡착에 의해 십자선을 보유하는 포토리소그래피 도구.

**청구항 10**

제 9 항에 있어서,

복수의 흡착기들은 복수의 행들로 배열되고, 복수의 행들의 가운데 행의 길이는 십자선의 스트로크의 길이보다 더 길고, 가운데 행의 양측에 배열된 복수의 행들의 나머지 행들의 길이는 십자선의 스트로크의 길이보다 더 짧은 포토리소그래피 도구.

**청구항 11**

제 10 항에 있어서,

복수의 행들 각각은 복수의 행들 중 인접한 행으로부터 이격되어 있는 포토리소그래피 도구.

**청구항 12**

제 9 항에 있어서,

공압제어시스템은 복수의 흡착기들이 흡착에 의해 십자선을 보유하게 십자선 위에 복수의 흡착기들을 제어하고, 십자선이 실질적으로 십자선의 중력 역균형을 잡는 흡착력을 받게 십자선을 보유하는 복수의 흡착기들 각각에 의해 제공된 흡착력을 제어하도록 구성된 포토리소그래피 도구.

**청구항 13**

제 12 항에 있어서,

공압제어시스템은: 각각이 복수의 흡착기들 중 해당하는 하나에 연결된 복수의 공압채널들; 및 복수의 공압채널들 각각에 배열된 압력완화밸브, 스위칭밸브, 및 압력센서를 포함하는 포토리소그래피 도구.

**청구항 14**

제 13 항에 있어서,

십자선을 보유하는 복수의 흡착기들 각각에 의해 제공된 흡착력은 해당 압력센서에 의해 모니터링될 수 있고 해당 압력완화밸브에 의해 조절될 수 있는 포토리소그래피 도구.

**청구항 15**

제 9 항에 있어서,

흡착기 실장 프레임은 광원, 조명시스템, 십자선 스테이지, 대물렌즈, 및 웨이퍼 스테이지 중 어느 하나에 연결되지 않는 포토리소그래피 도구.

**청구항 16**

제 9 항에 있어서,

십자선은 크기가 920mm×800mm 이상인 포토리소그래피 도구.

**청구항 17**

제 9 항에 있어서,

복수의 흡착기들은 조절나사볼트 또는 탈착식 체결장치에 의해 흡착기 실장 프레임의 하단에 고정되는 포토리소그래피 도구.

**청구항 18**

제 9 항에 있어서,

십자선 형상보정장치는 십자선 형상보정장치는 복수의 흡착기들의 하단면에서 십자선까지의 거리를 조정하기 위한 실장 플레이트를 더 구비하는 포토리소그래피 도구.

**발명의 설명**

**기술 분야**

[0001] 본 발명은 집적회로(IC) 제조에 관한 것으로, 보다 상세하게는 십자선의 형상을 보정하기 위한 장치에 관한 것이다. 본 발명은 또한 상기 장치를 이용한 포토리소그래피 도구에 관한 것이다.

**배경 기술**

[0002] 박막트랜지스터(TFT) 기관의 증가한 확대로, TFT 제조용 포토리소그래피 장비에 사용된 십자선의 크기가 이에 따라 초기에 6인치에서 5.5세대(G5.5) 포토리소그래피 장비에 대해서는 920mm×800mm로, 8.5세대(G8.5) 십자선에 대해서는 1320mm×1108mm로 증가한다. 이런 큰 십자선이 석선에 의해 십자선 스테이지에 보유될 경우, 중력으로 인해 하방으로 휘어짐이 불가피하며, 이는 40μm 이상까지 커질 수 있다. 5.5(G5.5) 이상의 최신 세대의 TFT 제조 포토리소그래 장비에 대해, FOV(Filed-Of-View) 스티칭 또는 초거대 FOV 기술의 사용이 압도적인 추세가 되었다. 그러나, 특히 대물렌즈의 초점깊이 범위에 대한 노출 정확도에 관한 십자선 휨의 영향이 크므로 이미지 품질 보장에 큰 문제가 제기된다.

[0003] 십자선 휨보정을 위한 한가지 방법은 중력으로 인한 십자선 왜곡에 대한 적응을 할 수 있는 대물면 조정장치를 대물렌즈에 도입하는 것이다. 그러나, 이로 인해 대물렌즈의 구조적 복잡도가 증가되고 상당한 개수의 이동식 부재들이 추가되어, 포토리소그래피 장비의 신뢰도에 도움이 되지 않는다.

[0004] 십자선 스테이지와 조명 시스템 간에 유리판이 실장되어 십자선, 십자선 스테이지 및 유리기관이 공압장치의 공기배기통로 및 공기주입통로와 소통하도록 구성된 공간을 정의하는 진공밀봉기술을 이용한 또 다른 방법이 있다. 공간의 압력은 십자선 중력과 동일한 상방력을 발생하도록 조절될 수 있어, 중력방향의 반대방향으로 십자선을 휘게 해, 십자선의 중력으로 인한 휨을 상쇄한다. 그러나, 유리기관이 있으므로 인해 십자선을 노출하는데 있어 조명시스템의 성능에 영향을 받는다. 더욱이, 유리기관 그 자체도 또한 자신의 중력으로 인해 야기된 왜곡을 받아, 노출성능을 더 악화시킨다. 또한, 십자선, 유리기관 및 공압장치는 동일한 프레임 상에 배열되며, 이는 십자선의 무게 하중과 진동을 증가시킨다.

**발명의 내용**

**해결하려는 과제**

[0005] 본 발명은 십자선 형태를 보정하기 위한 장치를 제시함으로써 종래기술의 중력으로 인한 십자선 왜곡문제를 해결한다.

**과제의 해결 수단**

[0006] 상기 문제는 복수의 흡착기, 흡착기 실장 프레임, 및 공압제어시스템을 포함한 본 발명에 따른 장치에 의해 해결된다. 흡착기 실장 프레임은 십자선 위에 배치되고, 복수의 흡착기들은 서로 이격되어 있는 식으로 흡착기 실장 프레임의 하단에 실장된다. 공압제어시스템은 복수의 흡착기들이 흡착에 의해 십자선을 보유하거나 십자선을 방출하도록 제어하게 구성된다.

- [0007] 바람직하기로, 복수의 흡착기들은 조절 나사볼트 또는 탈착식 체결장치에 의해 흡착기 실장 프레임의 하단에 고정된다.
- [0008] 바람직하기로, 십자선 상에 복수의 흡착기들의 수직 돌기부들이 십자선의 사다리꼴 노출 시계의 외부에 있다.
- [0009] 바람직하기로, 복수의 흡착기들은 비접촉식으로 흡착에 의해 십자선을 보유한다.
- [0010] 바람직하기로, 공압제어시스템은: 복수의 흡착기들 중 하나에 각각 연결된 복수의 공압채널들; 및 복수의 공압채널들 각각에 배열된 압력완화밸브, 스위칭 밸브 및 압력센서를 구비한다.
- [0011] 바람직하기로, 복수의 흡착기들 각각은 해당 압력센서에 의해 실시간으로 모니터링될 수 있고 해당 압력완화밸브 및 해당 스위칭밸브에 의해 제어되고 조절될 수 있는 흡착력을 제공한다.
- [0012] 바람직하기로, 복수의 흡착기들의 하단면에서 십자선까지의 거리를 조정하기 위한 실장 플레이트를 더 포함한다.
- [0013] 바람직하기로, 십자선, 즉, TFT 제조용 포토리소그래피 장비의 5.5세대 이상의 신세대에 사용되는 십자선은 크기가 920mm×800mm 이상이다.
- [0014] 상기 문제는 또한 광원, 조명시스템, 십자선 스테이지, 대물렌즈, 및 웨이퍼 스테이지를 구비한 포토리소그래피 도구에 의해 해결된다. 십자선 스테이지는 십자선을 지지 및 이동하도록 구성되고 조명시스템은 십자선의 면 상에 하나 이상의 조명 시계를 정의하도록 구성된다. 상기 포토리소그래피 도구는: 십자선 스테이지 위에 배치된 흡착기 실장 프레임; 흡착기 실장 프레임의 하단에 배열된 복수의 흡착기들; 및 복수의 흡착기들을 제어해 흡착에 의해 십자선을 보유하거나 십자선을 놓도록 구성된 공압제어시스템을 구비한, 십자선 형상보정장치를 더 구비한다. 십자선의 면 상에 복수의 흡착기들의 수직 돌기부들은 하나 이상의 조명 시계와 겹치지 않고, 복수의 흡착기들은 비접촉식으로 흡착에 의해 십자선을 보유한다.
- [0015] 바람직하기로, 복수의 흡착기들은 복수의 행들로 배열되고, 복수의 행들의 가운데 행의 길이는 십자선의 스트로크의 길이보다 더 길고, 가운데 행의 양측에 배열된 복수의 행들의 나머지 행들의 길이는 십자선의 스트로크의 길이보다 더 짧다.
- [0016] 바람직하기로, 복수의 행들 각각은 복수의 행들 중 인접한 행으로부터 이격되어 있다.
- [0017] 바람직하기로, 공압제어시스템은 복수의 흡착기들이 흡착에 의해 십자선을 보유하게 십자선 위에 복수의 흡착기들을 제어하고, 십자선이 실질적으로 십자선의 중력 역균형을 잡는 흡착력을 받게 십자선을 보유하는 복수의 흡착기들 각각에 의해 제공된 흡착력을 제어하도록 구성된다.
- [0018] 바람직하기로, 공압제어시스템은: 각각이 복수의 흡착기들 중 해당하는 하나에 연결된 복수의 공압채널들; 및 복수의 공압채널들 각각에 배열된 압력완화밸브, 스위칭밸브, 및 압력센서를 포함한다.
- [0019] 바람직하기로, 십자선을 보유하는 복수의 흡착기들 각각에 의해 제공된 흡착력은 해당 압력센서에 의해 모니터링될 수 있고 해당 압력완화밸브에 의해 조절될 수 있다.
- [0020] 바람직하기로, 흡착기 실장 프레임은 광원, 조명시스템, 십자선 스테이지, 대물렌즈, 및 웨이퍼 스테이지 중 어느 하나와 연결되지 않다.
- [0021] 바람직하기로, 십자선은 크기가 920mm×800mm 이상이다.
- [0022] 바람직하기로, 복수의 흡착기들은 조절나사볼트 또는 탈착식 체결장치에 의해 흡착기 실장 프레임의 하단에 고정된다.
- [0023] 바람직하기로, 복수의 흡착기들의 하단면에서 십자선까지의 거리를 조정하기 위한 실장 플레이트를 더 구비한다.
- [0024] 본 발명은 종래 기술보다 하기의 이점을 제공한다: 흡착기들은 십자선 상의 사다리꼴 노출 시계를 차단하지 않음으로써, 십자선 상에 광범의 완전한(100%) 입사를 허용해, 노출효율을 향상시킨다; 흡착기에 의해 제공된 흡착력은 십자선 상에 무게 하중을 효과적으로 줄일 수 있어 십자선의 중력왜곡을 방지한다; 장치는 독립적이다. 즉, 포토리소그래피 도구에 배열된 광원, 조명시스템, 십자선 스테이지, 대물렌즈 및 웨이퍼 스테이지 중 어느 하나와 연결 또는 접촉하지 않으므로, 도구에 추가적 외부 진동을 도입하지 않는다.

**발명의 효과**

[0025] 본 발명의 내용에 포함됨.

**도면의 간단한 설명**

- [0026] 도 1은 본 발명의 특정 실시예에 따른 포토리소그래피 도구의 개략도이다.
- 도 2는 본 발명의 특정 실시예에 따른 십자선 형태 보정장치의 평면도이다.
- 도 3은 본 발명의 특정 실시예에 따른 십자선 형태 보정장치의 부분 확대도이다.
- 도 4는 본 발명의 특정 실시예에 따라 흡착기가 어떻게 작동하는지 도시한 것이다.
- 도 5는 본 발명의 특정 실시예에 따른 십자선 형태 보정장치가 어떻게 작동하는지 도시한 것이다.
- 도 6 및 도 7은 본 발명의 특정 실시예에 따른 흡착기의 레이아웃을 도시한 도면이다.
- 도 8은 본 발명의 특정 실시예에 따른 흡착기에 의해 제공된 힘의 분포를 도시한 도면이다.
- 도 9a 및 도 9b는 본 발명의 특정 실시예에 따른 모의 십자선 형태 보정의 결과를 도시한 도면이다.

**발명을 실시하기 위한 구체적인 내용**

- [0027] 본 발명의 상기 목적, 특징 및 이점은 첨부도면과 연계해 읽혀질 본 발명의 다수의 특정 실시예들에 대한 하기의 설명으로부터 더 명백해진다. 도면은 실시예들을 설명하는 데 있어 단지 편의와 명확히 하기 위한 것으로 반드시 비례해 표현될 필요가 없이 매우 간략한 형태를 제공한다.
- [0028] 도 1 내지 도 3에 도시된 바와 같이, 본 발명에 따른 십자선 형태를 보정하기 위한 장치(10)는 흡착기(100), 흡착기 실장 프레임(200), 및 공압제어시스템(도면에 미도시)을 포함한다. 흡착기 실장 프레임(200)은 십자선 스테이지(700) 위에 배치되고, 흡착기(100)는 이들이 서로 이격되어 있고 십자선(600) 상에 사다리꼴 노출 시계(FOVs)(610)(도 6 및 도 7)의 외부 영역들에 해당하는 식으로 흡착기 실장 프레임(200)의 하단에 실장된다. 공압제어시스템은 십자선(600)을 보유 또는 방출의 흡착기(100)의 동작을 제어하도록 구성된다. 특히, 조명광이 램프 챔버에서 방출되고 그런 후 연이어 렌즈, 그래디언트 감쇠기, 십자선 스테이지(700) 상의 십자선(600) 및 대물렌즈 어셈블리를 지남으로써, 웨이퍼 및 웨이퍼 스테이지에 이미지를 형성한다. 조명시스템이 여러 조명 광경로를 갖고 따라서 다수의 대물렌즈들을 가질 수 있는 것은 말할 것도 없고, 본 발명의 실행은 특정 개수의 조명 광경로들에 국한되지 않는다. 흡착기(100)는 십자선(600)과 조명시스템 사이에 실장된다. 흡착기(100)는 십자선 상의 노출 FOVs에 영향을 주지 않게 배열되므로(이와 관련한 세부내용에 대해 도 6 및 도 7을 참조), 십자선은 조명시스템에 의해 십자선(600)의 노출 품질에 영향을 주지 않는다. 바람직하기로, 흡착기(100)는 조절 나사볼트(300)에 의해 흡착기 실장 프레임(200)의 하단에 고정된다.
- [0029] 또한, 각 흡착기(100)는 공압포트(400)를 가지며, 상기 공압포트(400)를 통해 공압채널에 연결된다. 각 흡착기(100)는 공압채널을 통해 공압제어시스템들 중 대응하는 하나에 더 연결된다. 각 공압제어시스템은 압력완화밸브, 압력센서 및 스위칭밸브를 포함하며, 이들은 흡착기들(100) 중 대응하는 하나에 형성된 압력의 실시간 조절을 위해 구성된다. 공압제어시스템은 양의 압력 가스를 해당 공압채널로 공급하기 위한 구동력을 제공하기 위한 컴프레션 파워 시스템, 즉, 컴프레션 펌프를 더 포함한다. 스위칭밸브는 흡착기(100)를 작동 또는 작동해제하도록 구성되고, 압력완화밸브는 흡착기(100)에서의 압력을 소정의 안정적인 값으로 설정하도록 구성된다. 압력센서는 압력을 측정하고, 이로써 흡착기(100)의 실시간 제어를 달성하는데 이용된다. 흡착기들(100)에 대한 공압제어시스템이 모두 동일하나, 십자선(600)의 형상보정동안, 흡착기들(100) 모두가 동작상태에 있지 않은 것이 주목된다. 따라서, 각 흡착기(100)의 실시간 제어가 달성되도록, 공압제어시스템은 자동으로 또는 수동으로 제어될 수 있다.
- [0030] 바람직하기로, 흡착기(100)는 비접촉 흡착기, 즉, 십자선(600)과 접촉하지 않은 흡착기(100)이다. 특히, 도 4에 도시된 바와 같이, 본 발명에 따른, 비접촉 흡착기들 각각은 하단면에 환형배기구를 정의하며, 이를 통해 가스가 반경방향으로 방출되고 흡착기(100)의 하단면 중앙 부근에 음압을 형성함으로써, 십자선(600)을 보유한다. 도 5에 도시된 바와 같이, 비접촉 흡착기는 베르누이 원리로 정의된 바와 같이 비접촉 운송 및 인력 보유 기능을 수행한다. 십자선(600) 위에 배치된 다수의 비접촉 흡착기들은 흡착기들(100)과 십자선(600) 간에 음의 양력(lift forces)(F1,F2,F3, ...,Fn)을 생성할 수 있으며, 이들 힘들은 십자선(600)의 중력(G)을 효과적으로 역균



형잡고 중력낙하를 방지함으로써 십자선(600)을 보유한다.

[0031] 바람직하기로, 실장 플레이트(500)는 흡착기(100)의 하단면에서 십자선(600)까지의 거리를 제어하기 위해 더 제공된다. 실장 플레이트(500)는 주로 흡착기(100)의 어셈블리 및 실장 동안 사용되고 흡착기(100)와 십자선(600) 간의 거리를 균일하게 하도록 기능한다. 실장 플레이트(500)는 도구관으로서 구현될 수 있으며, 도구관이 사용은: 흡착기(100) 아래 위치에서 십자선(600) 상에 실장 플레이트(500)를 고정적으로 유지하는 것; 및 모든 실장된 흡착기들이 십자선(600) 위에서 동일한 높이에 위치되도록 기준으로서 실장 플레이트(500) 높이로 각각의 흡착기들(100)을 어셈블리하고 실장하는 것을 포함할 수 있다.

[0032] 바람직한 실시예로, 흡착기들(100)은 도 6 및 도 7에 도시된 레이아웃들 중 하나로, 즉, 3행으로 배열된다. 십자선 패턴을 노출하는 공정 내내, 사다리꼴 노출 FOVs(610)는 차단되지 않고, 마스크가 십자선(600)에 고정된 패턴을 정의하며, 흡착기들(100)은 조절나사볼트(300)에 의해 흡착기 실장 프레임(200)에 고정된다. 흡착기(100)의 하단면에서 십자선(600)까지의 거리는 조절될 수 있으며, 가령, 상기 거리는 2 $\mu$ m의 허용오차를 가지며 2mm로 설정될 수 있다. 흡착기(100)와 공압제어시스템 간의 기계적 인터페이스들은 관형 스톱드 형태로 있다. 각 흡착기(100)에 의해 가해진 힘은 각각의 공압제어시스템에 의해 제어되고 유지된다.

[0033] 흡착기(100)의 레이아웃의 디자인에서, 십자선의 전체 스트로크(stroke)에서 사다리꼴 노출 FOVs(610)는 패턴의 노출이 흡착기(100)의 위치에 영향을 받지 않는 것을 확실히 하도록 먼저 고려된다. 그 후, 흡착기들(100)의 개수는 실제 필요에 따라 증감될 수 있고, 더 적은 흡착기들(100)이 사용되는 경우, 도 6의 레이아웃이 사용될 수 있으며, 이 경우 흡착기(100)에 의해 제공된 힘의 분포가 도 8에 도시되어 있다. 흡착기들 중 하나에 의해 가해진 힘은 하기의 요인들: 1) 인접한 흡착기들의 개수; 2) 흡착기들이 작동하는 십자선의 위치; 및 3) 십자선이 스캔되는 전체 스트로크를 따른 동작조건들에 의해 결정될 수 있다. 일실시예에서, 흡착기(100)의 힘은 시뮬레이션 결과의 실험적 검증 및 조정을 기초로 결정된다. 따라서, 본 발명에 따른 흡착기들(100)의 분배 원리는 임의의 크기로 십자선의 형상 보정에 적용될 수 있다. 흡착기(100)의 개수에 제한이 없는 경우, 서로 엇갈려 배치된 3행의 흡착기들이 십자선 위에 배열된 도 7의 레이아웃이 사용될 수 있다. 본 발명의 장치는  $\pm 1\mu$ m의 범위 내에서 비편평도가 제어되는 양호한 십자선 형상 보정효과를 달성할 수 있다. 물론, 장치(10)가 큰 십자선의 형상보정을 위해 사용되는 것으로 앞서 기술되었으나, 본 발명은 십자선(600)의 임의의 특정 크기에 국한되지 않고 임의의 크기의 십자선(600)의 형상을 보정하는데 사용될 수 있다.

[0034] 바람직하기로, 십자선(600)의 형상보정은 시뮬레이션 분석을 기초로 한 흡착기(100)를 제어함으로써 수행될 수 있다. 일예로, 십자선(600)은 750mm $\times$ 650mm의 유효패턴면적과 280mm $\times$ 650mm의 노출 FOV 면적을 가지며 920mm $\times$ 800mm의 크기로 된다.

[0035] 보다 상세하게, 먼저, 도 6의 흡착기(100)는 다음과 같이 (좌에서 우로) 번호매겨진다:

[0036] 1행: 101, 102, 103;

[0037] 2행: 201, 202, 203, 204, 205, 206, 207, 208, 209, 210, 211, 212, 213, 214; 및

[0038] 3행: 301, 302, 303.

[0039] 번호 매겨진 흡착기들(100)에 대해 규정된 양력이 표 1에 요약되어 있다.

**표 1**

흡착기 번호	양력 (N)
101	6.53
102	6.53
103	6.03
201	14.8
202	14.8
203	14.8
204	14.8
205	12.3
206	11.8
207	7.28
208	7.28
209	11.8
210	12.3



211	14.8
212	14.8
213	14.8
214	14.8
301	6.03
302	6.53
302	6.53

[0041] 시뮬레이션 분석은 십자선의 전체 스트로크를 고려하기 때문에, 스트로크에서 해당 위치들에 있는 다른 흡착기들(100)에 의해 양력이 십자선에 제공된다. 스트로크에서 십자선의 전진 동안, 흡착기들(100) 중 일부는 부분적으로 십자선의 가장자리와 겹친다. 이처럼 부분적으로 겹치는 경우에, 흡착기(100)의 실제 측정된 양력은 시뮬레이션 분석을 구현한 소프트웨어로 다시 제공된다. 전체 십자선 스캐닝 공정의 보정결과가 표 2 및 도 9a와 9b에 나타나 있다. 표 2에서: 시뮬레이션 식별자들은 사용된 시뮬레이션 모델에 대한 명칭이며 특별한 의미가 없다. mm 단위로 측정된 X 위치들은 길이가 1200mm인 전체 십자선 스캐닝 스트로크에서의 위치를 나타낸다. 흡착기들이 대칭으로 배열되어 있기 때문에, 스트로크의 단지 절반, 즉, 600mm만 고려할 수 있고, 나머지 600mm는 동일한 결과를 산출한다. 따라서, 정확하게, X 위치들은 600mm 길이의 스캐닝 스트로크 부분을 따른 위치들이다.  $\mu\text{m}$  단위로 측정된 최소 및 최대 하방변위들은 X 위치들에서 측정된 하방변위들의 최소값 및 최대값이고, 각 양의 값은 과도한 보상을 나타내고, 각 음의 값은 불충분한 보상을 나타낸다.

[0042] 상기 설명으로부터 명백한 바와 같이, 흡착기(100)에 의한 보유로 십자선(600)의 하방변위가  $-3.6\mu\text{m}$ 에서  $0.35\mu\text{m}$  및  $-0.5\mu\text{m}$ 에서  $2.2\mu\text{m}$  범위 내에 제어될 수 있으며, 상기 범위는 전체 스캐닝/노출 스트로크에서 위치들을 따른 최악의 보상결과들을 갖는 두 위치들에 해당한다. 이들 위치들 중 하나에서, 십자선은  $-3.6\mu\text{m}$ 의 최대 하방변위와  $0.35\mu\text{m}$ (과도보상)의 최소 하방변위를 체험하고, 다른 위치에서, 십자선은  $-0.5\mu\text{m}$ 의 최대 하방변위와  $2.2\mu\text{m}$ 의 최소 하방변위를 체험한다. 수직방향으로 웨이퍼 스테이지 위에 폐쇄루프 서보 컨트롤을 고려하면, 노출 FOV에서 십자선의 중력 하방변위는  $\pm 2\mu\text{m}$  범위로 제어될 것이다.

표 2

[0043]

시뮬레이션 식별자	X-위치	최소 하방변위	최대 하방변위
09-04-01	-160		
09-04-02	-140	-1.3531	2.2
09-04-03	-120	-1.6768	1.37
09-04-04	-100	-1.8	0.9
09-04-05	-80	-3	0
09-04-06	-60	-1.7	0.5
09-04-07	-40	-1.7	1.8
09-04-08	-20	-2.2	0.5
09-04-09	0	-2.6	0.5
09-04-10	20	-1	0.5
09-04-11	40	-1	1.45
09-04-12	60	-1.5	0.65
09-04-13	80	-2.6	0.4703
09-04-14	100	-1	1
09-04-15	120	-0.5	1.8
09-04-16	140	-2.1	1.2
09-04-17	160	-3.6	0.35
09-04-18	180	-3.6	0.33
09-04-19	200	-1.7	0.456
09-04-20	220	-1	0.5
09-04-21	240	-0.5	0.589
09-04-22	260	-2	0.65
09-04-23	280	-1.75	1
09-04-24	300	-1.4	1.4
09-04-25	320	-2	2
09-04-26	340	-1.6	0.6
09-04-27	360	-1.6	0.02

09-04-28	380	-1.6	0.02
09-04-29	400	-1.6	0.2
09-04-30	420	-1	1.1
09-04-31	440	-1.4	2

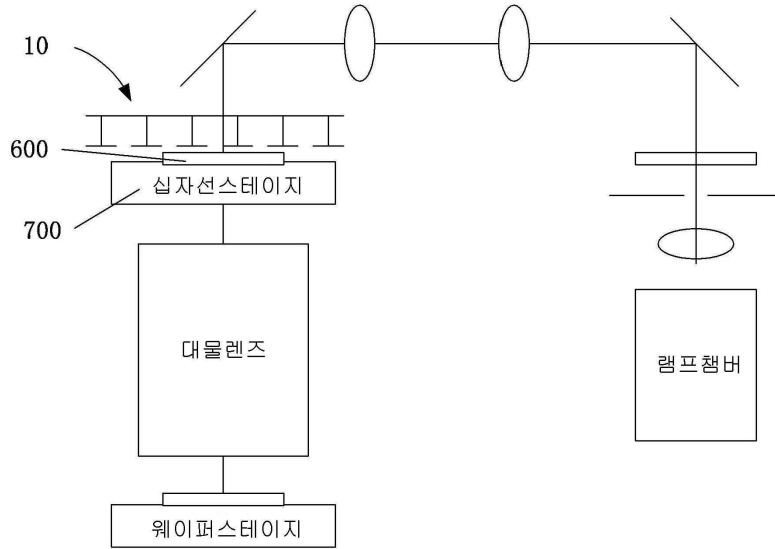
- [0044] 요약하면, 본 발명은 흡착기(100); 흡착기 실장 프레임(200); 및 공압제어시스템을 포함한 큰 십자선의 형상을 보정하기 위한 장치에 관한 것으로, 흡착기 실장 프레임(200)은 십자선 스테이지(700) 위에 배치되고; 흡착기(100)는 서로 이격되어 있는 식으로 흡착기 실장 프레임(200)의 하단에 실장되며; 공압제어시스템은 십자선(600)의 움직임을 제어하도록 구성된다. 종래 기술에 비해, 본 발명은 하기의 이점들을 제공한다:
- [0045] 1. 흡착기(100)는 십자선(600)의 사다리꼴 노출 FOVs(610)을 차단하지 않으므로 십자선 상에 광빔의 전체(100%) 입사를 허용해 노출 효율이 향상된다;
- [0046] 2. 흡착기(100)는 각각의 공압제어시스템에 의해 서로 별개로 제어되며, 이는 십자선 휨의 보정에 도움이 된다.
- [0047] 3. 이용되는 포토리소그래피 도구로부터 별개로 실장되어, 십자선 상에 무게 하중을 더 낮게 한다.
- [0048] 4. 포토리소그래피 도구에 배치된 임의의 부품과 접촉하지 않으며 상기 포토리소그래피 도구에 대한 추가적 외 부진동을 도입하지 않는다.
- [0049] 5. 흡착기(100)에 의해 발생된 기류는 수은램프로부터 광의 조사(照射)로 인해 십자선 표면에 발생된 열을 소산 시키므로 십자선의 열 왜곡을 줄이며, 이는 이미지 품질에 향상을 초래한다.
- [0050] 6. 기류는 십자선에서 있을 수 있는 입자들 또는 기타 장애물들을 제거하므로, 노출 정확도를 향상시킨다.
- [0051] 본 발명의 기술사상과 범위로부터 벗어남이 없이, 당업자가 본 발명에 대한 다양한 변형과 변경을 할 수 있음이 명백하다. 따라서, 본 발명은 특허청구범위와 그 등가물 안에 있는 그러한 모든 변형 및 변경들을 포함한다.

**부호의 설명**

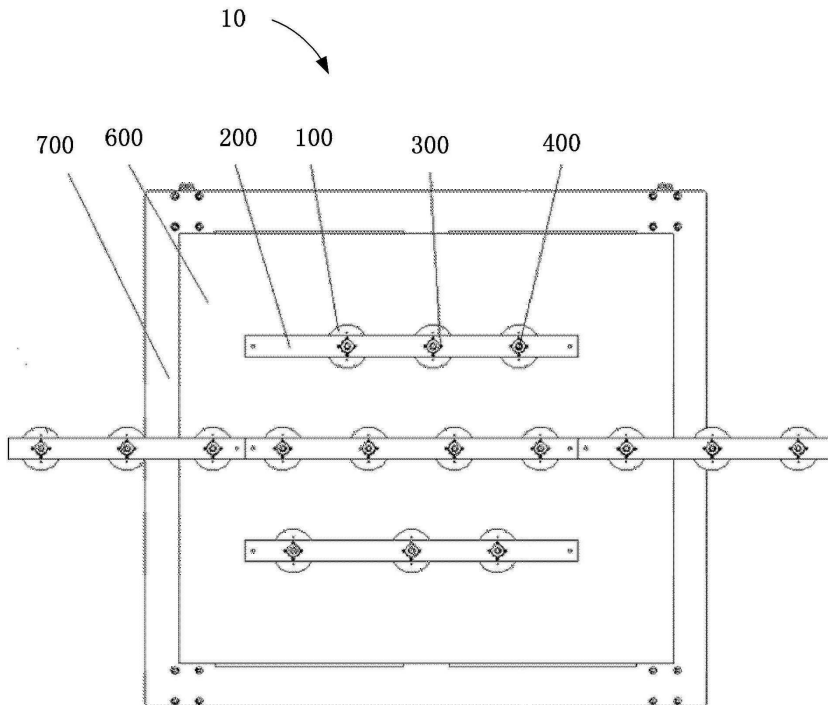
- [0052] 10: 십자선 형태 보정장치
- 100: 흡착기
- 200: 흡착기 실장 프레임
- 300: 조절 나사볼트
- 400: 공압포트
- 500: 실장 플레이트
- 600: 십자선
- 610: 사다리꼴 노출 시계(視界)
- 700: 십자선 스테이지

도면

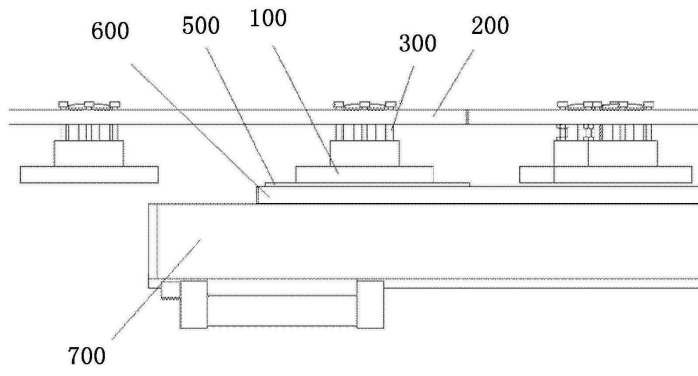
도면1



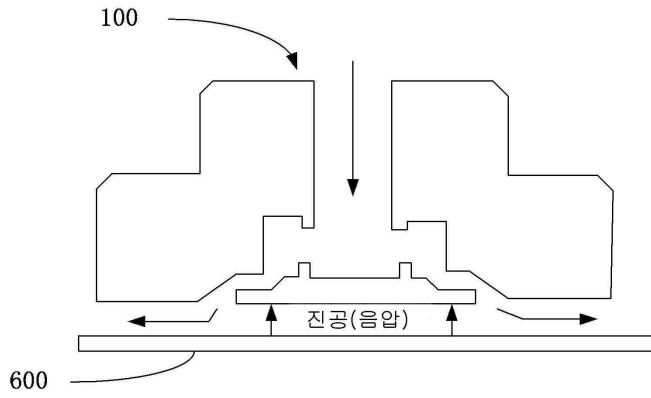
도면2



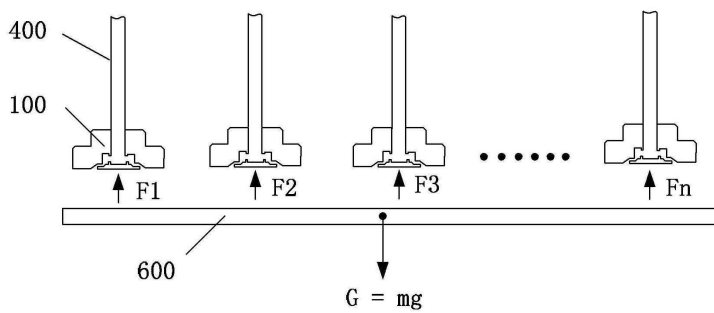
도면3



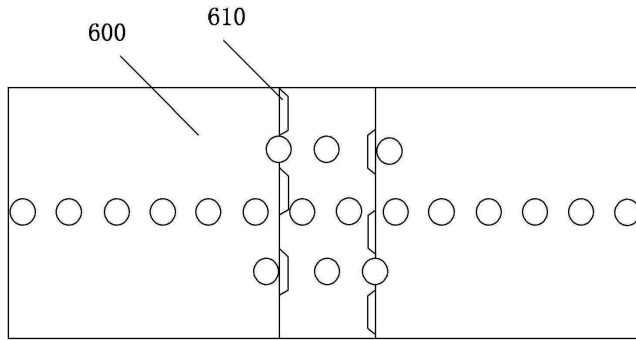
도면4



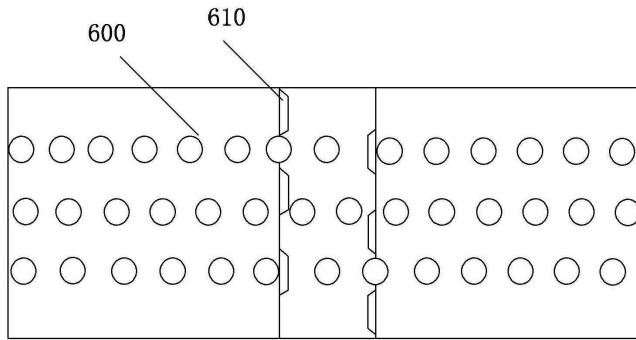
도면5



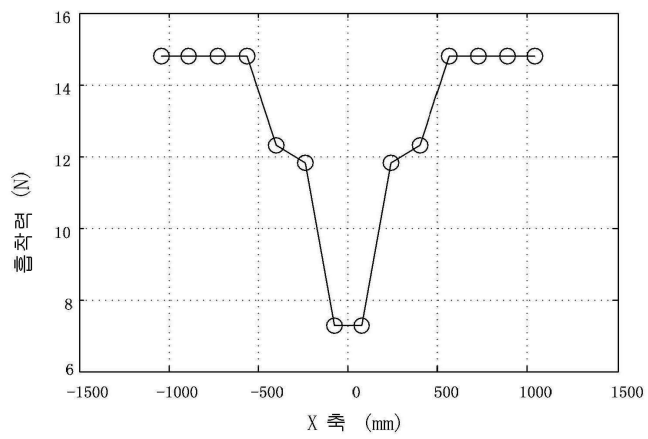
도면6



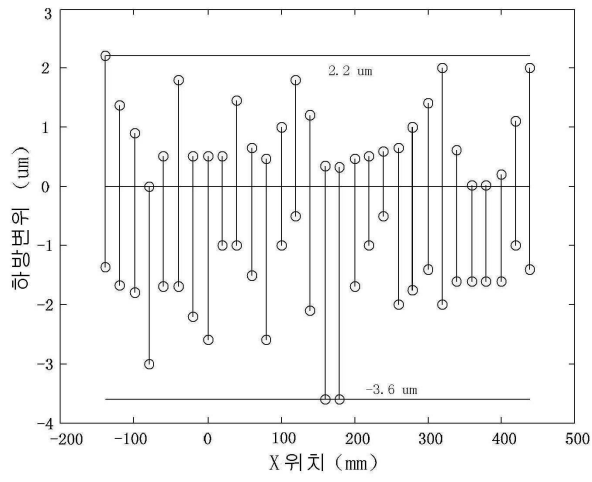
도면7



도면8



도면9a



도면9b

