



(19) 대한민국특허청(KR)
(12) 등록특허공보(B1)

(45) 공고일자 2017년10월26일
 (11) 등록번호 10-1789829
 (24) 등록일자 2017년10월18일

(51) 국제특허분류(Int. Cl.)
G03F 1/00 (2006.01) *B24B 7/24* (2006.01)
H01L 21/027 (2006.01)
 (21) 출원번호 10-2011-0048260
 (22) 출원일자 2011년05월23일
 심사청구일자 2015년06월15일
 (65) 공개번호 10-2011-0128738
 (43) 공개일자 2011년11월30일
 (30) 우선권주장
 JP-P-2010-118319 2010년05월24일 일본(JP)
 (56) 선행기술조사문헌
 KR1020040103399 A*
 KR1020050012686 A*
 JP2006176341 A*
 KR1020080055720 A
 *는 심사관에 의하여 인용된 문헌

(73) 특허권자
 신에쓰 가가꾸 고교 가부시끼가이샤
 일본 도쿄도 지요다꾸 오테마치 2쥬메 6방 1고
 (72) 발명자
 마쯔이, 하루노부
 일본 니가따켄 죠에쓰시 구비끼꾸 니시후꾸시마 28-1 신에쓰 가가꾸 고교 가부시끼가이샤 고세 기쥬쓰 쟁꾸쇼 내
 하라다, 다이지쥬
 일본 니가따켄 죠에쓰시 구비끼꾸 니시후꾸시마 28-1 신에쓰 가가꾸 고교 가부시끼가이샤 고세 기쥬쓰 쟁꾸쇼 내
 다께우찌, 마사끼
 일본 니가따켄 죠에쓰시 구비끼꾸 니시후꾸시마 28-1 신에쓰 가가꾸 고교 가부시끼가이샤 고세 기쥬쓰 쟁꾸쇼 내
 (74) 대리인
 장수길, 김성완, 박보현

전체 청구항 수 : 총 6 항

심사관 : 심병로

(54) 발명의 명칭 **합성 석영 유리 기판 및 그의 제조 방법**

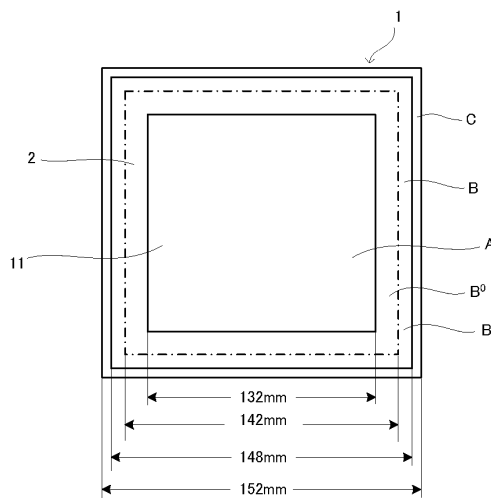
(57) 요약

본 발명은 표면 중앙 132 mm×132 mm 정사각형의 외주로부터 표면 외주연을 향해 경사져 있는 한변이 6인치(152 mm)인 정사각형의 합성 석영 유리 기판으로서,

표면 중앙 132 mm×132 mm 정사각형의 평탄도가 50 nm 이하,

(뒷면에 계속)

대표도 - 도1



표면 중앙 148 mm×148 mm 정사각형 내이며 표면 중앙 132 mm×132 mm 정사각형 부분을 제외한 프레임 부분의 평탄도가 150 nm 이하

인 것을 특징으로 하는 합성 석영 유리 기판을 제공한다.

본 발명의 합성 석영 유리 기판에 따르면, 광리소그래피법 등으로 사용되는 포토마스크용 합성 석영 유리 기판 등에서 보다 미세한 묘화를 행할 때에 요구되고 있는, 기판 표면의 평탄도가 양호하며, 저결함이고 면조도가 작은 것으로서 활용할 수 있다. 또한, 스퍼터 장치에 장착하여 흡착을 행했을 때에도, 기판 표면의 평탄도가 EUVL의 유효 범위 내에서 사용할 때의 요구 스펙을 만족시킬 수 있다.

명세서

청구범위

청구항 1

표면 중앙 132 mm×132 mm 정사각형을 포함하는 표면 중앙 142 mm×142 mm 정사각형을 포함하는

표면 중앙 132 mm×132 mm 정사각형의 외주로부터 표면 외주연을 향해 경사져 있는 한변이 6인치(152 mm)인 정사각형의 합성 유리 기관으로서,

표면 중앙 132 mm×132 mm 정사각형의 평탄도가 50 nm 이하,

표면 중앙 148 mm×148 mm 정사각형 내이며 표면 중앙 132 mm×132 mm 정사각형 부분을 제외한 프레임 부분의 평탄도가 150 nm 이하이고,

상기 합성 석영 유리 기관에서의 표면 중앙 132 mm×132 mm 정사각형 영역의 평균 평면이, 상기 프레임 부분의 영역의 표면 평균 평면보다도 50nm ~ 100 nm 높은 위치에 있고,

상기 합성 석영 유리 기관을 스테퍼에 장착하여 합성 석영 유리 기관의 표면 외주연보다 내측 2 mm와 내측 5 mm의 사이인 3 mm의 범위 내에서 흡착을 행했을 때, 표면 중앙 142 mm×142 mm 정사각형 영역의 평탄도가 50 nm 이하이고, 상기 합성 석영 유리 기관의 이면의 표면 중앙 142 mm×142 mm 정사각형 영역의 평탄도가 500 nm 이하인 것을 특징으로 하는 합성 석영 유리 기관.

청구항 2

삭제

청구항 3

제1항에 있어서, 상기 합성 석영 유리 기관의 한변이 6인치(152 mm)인 정사각형의 영역에서의 표면조도(RMS)가 0.10 nm 이하인 것을 특징으로 하는 합성 석영 유리 기관.

청구항 4

제1항에 있어서, 상기 합성 석영 유리 기관의 한변이 6인치(152 mm)인 정사각형의 영역에서, 볼록 결함, 오목 결함 및 줄무늬상 흠집(streak flaw)이 존재하지 않는 것을 특징으로 하는 합성 석영 유리 기관.

청구항 5

제1항에 있어서, TiO₂가 도핑된 합성 석영 유리 기관.

청구항 6

제1항에 있어서, 포토마스크용인 합성 석영 유리 기관.

청구항 7

합성 석영 유리 기관을 조연마하는 공정,

기관 표면의 평탄도를 측정하는 공정,

측정한 평탄도에 기초하여 부분 연마를 하는 공정,

부분 연마된 합성 석영 유리 기관을 마무리 연마하는 공정

을 포함하는 것을 특징으로 하는, 제1항에 기재된 합성 석영 유리 기관의 제조 방법.

청구항 8

삭제

발명의 설명

기술 분야

[0001] 본 발명은 포토마스크용으로서 바람직한 합성 석영 유리 기판, 특히 기판 표면이 고평탄 저결함이고, 면조도가 적으며, 최첨단 용도의 EUV 리소그래피나 나노임프린트 기술에 이용되는 합성 석영 유리 기판 및 그의 제조 방법에 관한 것이다.

배경 기술

[0002] 연 X선 영역과 같은 파장이 짧은 광으로 리소그래피를 행할 때, 미세한 묘화가 가능해지지만, 초점 심도가 얕아 진다는 문제점이 발생한다. 미세하고 정밀한 패턴을 묘화하기 위해, 사용하는 반사형 마스크용 기판에는, 기판 표면이 고평탄하고 저결함이며, 면조도가 적다는 기판 표면의 완전성이 요구되고 있다.

[0003] 또한, 현행에서 사용되고 있는 ArF 엑시머 레이저(파장 193 nm)를 이용하여, EUV 광에서 리소그래피(이하, "EUVL"이라 약기함)로 이행하기까지의 연명용 마스크 기판으로서도, 고평탄한 합성 석영 유리 기판을 이용하는 것이 고려되고 있다.

[0004] 현재, EUVL 등의 미세한 패턴에 대응하기 위해서 필요한 고평탄화된 기판은, 기판 표면에서의 중앙 142 mm×142 mm 정사각형의 평탄도가 50 nm 이하인 것이 필요해지고 있으며, 그것에 대응하기 위한 기판이 몇 종류 제안되어 있다. 예를 들면, 특허문헌 1: 일본 특허 공개 제2007-287737호 공보에서는, 국소적으로 가스 클러스터 이온빔 에칭 등에 의해 연마를 실시한 후, 최종 연마를 행함으로써 얻어지는 고평탄하고 고평활한 기판이 기재되어 있다. 또한, 특허문헌 2: 일본 특허 제4219718호 공보에서는, 플라즈마 에칭에 의해서 국소 연마를 행하고, 그 후 비접촉 연마를 행함으로써 고평탄하고 저결함인 기판을 제작하는 방법이 기재되어 있다.

[0005] 그러나 상기한 방법에서는, 기판을 평탄화하는 것에 대하여 장치의 크기나 공정 등의 문제점이 발생하고, 그 결과 생성되는 가공 비용이나 가공 시간의 증가를 과제로서 생각할 수 있다. 예를 들면, 가스 클러스터 이온빔 에칭 등은, 가공을 행하기 위해서 진공의 환경을 만드는 데에 시간이 걸리거나, 플로우트 폴리싱과 같은 비접촉 연마를 행하면, 연마율이 작기 때문에 연마 가공 시간이 길어지는 단점이 있다. 또한, 장치가 대규모이기 때문에 발생하는 많은 설비비, 가공에 이용하기 위한 고가의 가스 등의 감가상각비가 가공된 기판의 가공비로서 되 돌아오기 때문에, 기판의 가격이 높아진다는 점이 문제가 된다. 유리 기판의 가격 양등은, 수요측 및 공급측 중 어느 쪽에서도 바람직하지 않다.

[0006] 한편, 특허문헌 3: 국제 공개 제2004/083961호 공보에서는, 주표면과 모따기면의 경계에서의 기준면으로부터의 최대 높이 및 형상을 규정함으로써, 진공 척킹시 기판의 평탄도를 양호하게 할 수 있는 기판에 대해서 기재되어 있다. 그러나, 명세서 등에 기재되어 있는 바와 같이, 실제 이 기판의 평탄도는 겨우 0.2 μm이다. 또한, 스테퍼 등에 장착하여 흡착했을 때의 형상 변화를 고려하여 외주가 평평하거나, 밖을 향해 경사지는 기판 설계를 하고 있지만, 이 영역 설정에서는, 외주의 형상 변화에 수반되는 유효 범위 내의 평탄도에 대한 영향이 적기 때문에 제어가 어렵다. 따라서, EUVL용 기판 등의 엄격한 기판 표면의 평탄도가 요구되는 하이플랫 기판에 대해서는 능력이 부족하다는 것을 부정할 수 없다.

[0007] ArF 엑시머 레이저뿐 아니라, EUVL에도 대응 가능한 고평탄 기판을 제작하여도, 스테퍼에 장착하여 흡착을 행하면, 그의 평탄도는 붕괴되기 때문에, 흡착시 기판의 형상 변화를 고려한 형상을 갖는 유리 기판이 필요해진다. 또한, EUVL에도 대응할 수 있도록, 스테퍼에 대한 기판 흡착시에 유효 범위의 평탄도가 50 nm 이하가 되는 것을 필요로 한다.

선행기술문헌

특허문헌

[0008] (특허문헌 0001) 일본 특허 공개 제2007-287737호 공보

(특허문헌 0002) 일본 특허 제4219718호 공보

(특허문헌 0003) 국제 공개 제2004/083961호 공보

발명의 내용

해결하려는 과제

[0009] 본 발명은 상기 사정을 감안하여 이루어진 것으로, 고평탄 저결함이고, 면조도가 작은 기관 표면을 가지며, 포토마스크용으로서 바람직한 합성 석영 유리 기관 및 그의 제조 방법을 제공하는 것을 목적으로 한다.

과제의 해결 수단

[0010] 본 발명자들은 상기 과제를 해결하기 위해서, 한변이 6인치(152 mm)인 정사각형 기관의 기관 표면을 후술하는 3개의 영역으로 구분하고, 각각의 영역에서의 형상이 규정된 기관이, 스테퍼 등에 장착하여 흡착했을 때 기관 표면의 평탄도를 제어하는 것에 대하여 유용하다는 것을 발견하여, EUVL에도 대응 가능한 합성 석영 유리 기관을 제공한다.

[0011] 즉, 본 발명은 이하의 합성 석영 유리 기관 및 그의 제조 방법을 제공한다.

[0012] 청구항 1:

[0013] 표면 중앙 132 mm×132 mm 정사각형의 외주로부터 표면 외주연을 향해 경사져 있는 한변이 6인치(152 mm)인 정사각형의 합성 유리 기관으로서,

[0014] 표면 중앙 132 mm×132 mm 정사각형의 평탄도가 50 nm 이하,

[0015] 표면 중앙 148 mm×148 mm 정사각형 내이며 표면 중앙 132 mm×132 mm 정사각형 부분을 제외한 프레임 부분의 평탄도가 150 nm 이하

[0016] 인 것을 특징으로 하는 합성 석영 유리 기관.

[0017] 청구항 2:

[0018] 제1항에 있어서, 상기 합성 석영 유리 기관에서의 표면 중앙 132 mm×132 mm 정사각형 영역의 평균 평면이, 상기 프레임 부분의 영역의 표면 평균 평면보다도 100 nm 이하 높은 위치에 있는 것을 특징으로 하는 합성 석영 유리 기관.

[0019] 청구항 3:

[0020] 제1항 내지 제2항에 있어서, 상기 합성 석영 유리 기관을 스테퍼에 장착하여 합성 석영 유리 기관의 표면 외주연보다 내측 2 mm와 내측 5 mm의 사이인 3 mm의 범위 내에서 흡착을 행했을 때, 표면 중앙 142 mm×142 mm 정사각형 영역의 평탄도가 50 nm 이하인 것을 특징으로 하는 합성 석영 유리 기관.

[0021] 청구항 4:

[0022] 제1항 내지 제3항 중 어느 한 항에 있어서, 상기 합성 석영 유리 기관의 한변이 6인치(152 mm)인 정사각형의 영역에서의 표면조도(RMS)가 0.10 nm 이하인 것을 특징으로 하는 합성 석영 유리 기관.

[0023] 청구항 5:

[0024] 제1항 내지 제4항 중 어느 한 항에 있어서, 상기 합성 석영 유리 기관의 한변이 6인치(152 mm)인 정사각형의 영역에서, 볼록 결함, 오목 결함 및 줄무늬상 흠집(streak flaw)이 존재하지 않는 것을 특징으로 하는 합성 석영 유리 기관.

[0025] 청구항 6:

[0026] 제1항 내지 제5항 중 어느 한 항에 있어서, TiO₂가 도핑된 합성 석영 유리 기관.

[0027] 청구항 7:

[0028] 제1항 내지 제6항 중 어느 한 항에 있어서, 포토마스크용인 합성 석영 유리 기관.

- [0029] 청구항 8:
- [0030] 합성 석영 유리 기관을 조(粗)연마하는 공정,
- [0031] 기관 표면의 평탄도를 측정하는 공정,
- [0032] 측정된 평탄도에 기초하여 부분 연마를 하는 공정,
- [0033] 부분 연마된 합성 석영 유리 기관을 마무리 연마하는 공정
- [0034] 을 포함하는 것을 특징으로 하는, 제1항 내지 제7항 중 어느 한 항에 기재된 합성 석영 유리 기관의 제조 방법.

발명의 효과

- [0035] 본 발명의 합성 석영 유리 기관에 따르면, 광리소그래피법 등으로 사용되는 포토마스크용 합성 석영 유리 기관 등에서 보다 미세한 묘화를 행할 때에 요구되고 있는 기관 표면의 평탄도가 양호하며, 저결함이고 면조도가 작은 것으로 활용할 수 있다. 또한, 스테퍼 장치에 장착하여 흡착을 행했을 때에도, 기관 표면의 평탄도가 EUVL의 유효 범위 내에서 사용할 때의 요구 스펙을 만족시킬 수 있다.

도면의 간단한 설명

- [0036] 도 1은 본 발명에서의 합성 석영 유리 기관의 3개의 영역을 도시하는 평면도다.
- 도 2는 본 발명에서의 합성 석영 유리 기관의 단면도의 일례이다.
- 도 3은 본 발명에서의 합성 석영 유리 기관을 스테퍼에 장착하여 흡착을 행했을 때의 개략도이다.
- 도 4는 유리 기관의 평탄도 및 평행도를 설명하기 위한 기관 단면의 개념도이다.

발명을 실시하기 위한 구체적인 내용

- [0037] 본 발명의 유리 기관은, 예를 들면 ArF 엑시머 레이저 광원을 이용한 리소그래피 기술이나 EUV 광을 이용하여 미세한 묘화를 하는 리소그래피 기술을 행할 때의 반도체용 합성 석영 유리 기관으로서 이용된다. 크기는, 통상의 포토마스크용 기관으로 이용되는 한변이 6인치(152 mm)인 정사각형 기관이 바람직하다. 예를 들면, 사각형상의 152 mm×152 mm×6.35 mm의 6025 기관 등이 해당한다.
- [0038] 여기서 도 1, 2는 본 발명에서의 한변이 6인치(152 mm)인 정사각형의 합성 유리 기관 (1)을 나타낸다. 이 기관 (1)은, 3개의 영역 A, B, C, 보다 상세하게는 4개의 영역 A, B⁰, B¹, C로 나눌 수 있다. 영역 A는, 기관 표면 중앙 132 mm×132 mm 정사각형의 영역이다. 영역 B는, 표면 중앙 132 mm×132 mm 정사각형의 외주부와 표면 중앙 148 mm×148 mm 정사각형의 외주부 사이의 영역이고, 이 영역 B는 상기 영역 A의 외주부로부터 영역 C를 향하여 경사져 있으며, 이를 프레임 부분이라 한다. 영역 C는 표면 중앙 148 mm×148 mm 정사각형의 외주부와 기관 외주연 사이의 영역이고, 이를 최외 부분이라 한다. 이 영역 C의 외주부에 모따기면을 설치할 수도 있다. 이 경우, 영역 B는, 추가로 표면 중앙 132 mm×132 mm 정사각형의 외주부와 표면 중앙 142 mm×142 mm 정사각형의 외주부 사이의 영역 B⁰와, 표면 중앙 142 mm×142 mm 정사각형의 외주부와 표면 중앙 148 mm×148 mm 정사각형의 외주부 사이의 영역 B¹로 나뉜다.
- [0039] 상기 영역 B¹은, 도 3에 나타내는 스테퍼 스테이지 상의 흡착부에서 흡착되는 부분이고, 이와 같이 흡착된 경우, 상기 영역 A와 영역 B⁰이 리소그래피를 행하는 경우 리소그래피 유효 영역이 된다.
- [0040] 본 발명에서의 한변이 6인치(152 mm)인 정사각형의 합성 석영 유리 기관은, 도 1, 2에 나타내는 표면 중앙 132 mm×132 mm 정사각형 내의 영역 A의 평탄도가 50 nm 이하, 바람직하게는 40 nm 이하, 더욱 바람직하게는 30 nm 이하이다. 이 영역 A는 스테퍼 등에 장착하여 기관을 흡착하여도, 그 힘에 의한 변형은 작기 때문에, 흡착 전부터 고평탄한 것이 요구된다. 또한, EUVL 등 미세한 묘화를 행하기 위해서 필요로 하는 최저한의 평탄도이기도 하다. 또한, 그 평탄도의 하한은 한정되지 않으며, 0 nm일 수도 있지만, 통상은 5 nm 이상이다.
- [0041] 기관 표면의 평탄도는 기관 표면의 휘어짐을 나타내고, 기관 주표면에 설치한 최소 제곱법으로 구해지는 임의의 평면을 초평면(焦平面)로 하고, 이 초평면보다 위에 있는 기관 표면의 가장 높은 위치와, 초평면보다 아래에 있는 기관 표면의 가장 낮은 위치와의 고저차의 절대값에 의해 산출된다.

- [0042] 표면의 평탄도의 측정 방법은, 측정 정밀도 측면에서, 레이저광 등의 간접성의 광을 기관 표면에 맞춰 반사시키고, 기관 표면의 높이의 차가 반사광의 위상의 어긋남으로서 관측되는 것을 이용한 광학 간접식의 방법이 바람직하며, 예를 들면 트로펠(TROPEL)사 제조 울트라 플랫(Ultra Flat) M200을 이용하여 측정된다.
- [0043] 도 4는, 평탄도 및 평행도를 설명하기 위한 기관 단면의 개념도이다. 본 발명에서, 기관(기관 재료)의 평탄도는 기관 표면의 최소 제곱 평면을 기준면으로 했을 때, 기준면과 기관 표면의 볼록 부분과의 거리의 최대값과, 기준면과 기관 표면의 오목 부분과의 거리의 최대값과의 합이고, 도 4 중 a와 b의 합으로 표시된다. 한편, 기관의 평행도는, 기관의 이면에서부터 표면까지의 거리의 최대값 c와 최소값 d의 차로 표시된다. 또한, 도 4 중, 1은 기관, 11은 기관 표면, 12는 최소 제곱 평면이다.
- [0044] 기관이 아무리 고평탄하여도, 스테퍼에 장착하여 흡착시켰을 때 등 실제 묘화를 행하는 환경에서, 기관이 고평탄하지 않으면 가치가 없다. 이에, 스테퍼 등으로 흡착을 행했을 때에 기관이 고평탄해지도록, 표면 중앙 148 mm×148 mm 정사각형 내의 영역에서 표면 중앙 132 mm×132 mm 정사각형 내의 영역 A를 제외한 프레임 부분 (2)(영역 B)의 평탄도를 규정한다.
- [0045] 상기 프레임 부분 (2)(영역 B)는, 흡착을 행했을 때의 변화량을 고려하여 기관 중앙부의 평탄도를 유지하거나, 더욱 양호하게 하기 위해서 프레임 부분 (2)(영역 B)의 평탄도는 150 nm 이하, 바람직하게는 120 nm 이하로 규정된다. 또한, 평탄도의 하한은 통상 30 nm 이상, 특히 50 nm 이상이다.
- [0046] 기관은, 도 3에 나타낸 바와 같이, 그의 프레임 부분 (2)(영역 B) 중 영역 B¹이 스테퍼 스테이지 (21) 상의 흡착부 (22)로 흡착되기 때문에, 흡착 후에 기관 표면을 고평탄화하는 것을 고려하면, 표면 중앙 132 mm×132 mm 정사각형 부분(영역 A)의 외주로부터 표면 외주연을 향해 경사져야 한다. 그러나, 최외 부분(영역 C)에 대해서는, 흡착에 의한 영향을 받아도 기관 중앙부에 영향을 미치지 않기 때문에, 이 범위에서 형상은 문제되지 않는다.
- [0047] 상기 경사의 정도는, 표면 중앙 132 mm×132 mm 정사각형 부분(영역 A)의 최소 제곱 평면이, 프레임 부분 (2)(영역 B) 표면의 최소 제곱 평면보다도 100 nm 이하, 바람직하게는 50 nm 이상 100 nm 이하, 보다 바람직하게는 50 nm 이상 80 nm 이하의 높은 위치에 있음으로써 결정되는 것이 바람직하다.
- [0048] 이는 스테퍼 등에 장착하여 흡착을 했을 때의 기관 표면의 평탄도의 변화량을 고려하면, 기관 표면 외주연을 향하여 경사져 있는 프레임 부분 (2)(영역 B)에서, 지나치게 경사가 있는 것은 바람직하지 않기 때문이다. 즉, 프레임 부분 (2)가 표면 중앙 132 mm×132 mm 정사각형 부분의 영역 A보다도 낮은 위치에 지나치게 있으면, 예를 들면 EUVL의 유효 범위가 되는 표면 중앙 142 mm×142 mm 정사각형 부분(영역 A+영역 B⁰)에서 평탄도가 50 nm 이하를 달성하는 것은 곤란하기 때문이다.
- [0049] 표면 중앙 132 mm×132 mm 정사각형 부분의 영역 A에서는, 스테퍼 등에 기관을 장착하여 흡착시켜도, 기관 외주부에 비하여 기관 표면의 평탄도에 영향을 미치는 정도는 매우 낮다. 따라서, 표면 중앙 132 mm×132 mm 정사각형 부분의 영역 A는, 상술한 바와 같이, 바람직하게는 평탄도가 50 nm 이하, 더욱 바람직하게는 40 nm 이하, 특히 바람직하게는 30 nm 이하의 범위이다.
- [0050] 본 발명의 합성 석영 유리 기관은, EUVL 세대에도 대응할 수 있도록 설계되어 있다. EUVL을 행할 때의 유효 범위는, 예를 들면 6025 기관이면 사용 유효 범위는 표면 중앙 142 mm×142 mm 정사각형 부분의 영역(영역 A+영역 B⁰)의 평탄도가 50 nm 이하인 것으로 되어 있다. 이 조건을 만족시키기 위해, 본 발명의 합성 석영 유리 기관은 스테퍼 등에 장착하여 흡착했을 때에 표면 중앙 142 mm×142 mm 정사각형 부분 3 영역(영역 A+영역 B⁰)의 평탄도가 50 nm 이하가 되도록 설계하였다. 그러나, 실제로는 표면 중앙 142 mm×142 mm 정사각형 부분의 영역의 평탄도는 40 nm 이하가 바람직하고, 표면 중앙 142 mm×142 mm 정사각형 부분의 영역의 평탄도가 30 nm 이하이면 더욱 바람직하다.
- [0051] 기관의 이면은, 기관의 스테퍼에 장착했을 때에 평면에 가까우면 가까울수록 좋지만, 리소그래피를 행할 때에 표면에 영향을 미치지 않을 정도의 평탄도가 있으면 된다. 구체적으로는, 흡착시에 표면 중앙 142 mm×142 mm 정사각형의 영역의 평탄도가 500 nm 이하이면 충분하다. 단, EUVL을 행하는 경우에는 이면도 표면과 동일하게, 스테퍼 장착시에 표면 중앙 142 mm×142 mm 정사각형의 영역의 평탄도가 50 nm 이하가 바람직하다.
- [0052] 또한, 본 발명의 합성 석영 유리 기관의 평행도는, 스테퍼 흡착시 기관의 굴절을 적게 하기 위해, 5 μm 이하, 바람직하게는 4 μm 이하, 더욱 바람직하게는 3 μm 이하이다.

- [0053] 본 발명의 합성 석영 유리 기관의 표면 조도(RMS)는, 바람직하게는 0.10 nm 이하, 더욱 바람직하게는 0.08 nm 이하이다. 이는 리소그래피를 행할 때, 기관 표면의 RMS가 크면, 묘화의 미세함이나 정밀도에 영향을 미치기 때문이다. 또한, EUVL에 대응하기 위해서는, ArF나 KrF 리소그래피에 요구되는 RMS보다도 작은 값이어야 한다. RMS의 하한은 특별히 제한되지 않지만, 통상은 0.05 nm 이상이다.
- [0054] 또한, 본 발명의 합성 석영 유리 기관은, 한변이 6인치(152 mm)인 정사각형의 영역에서 장경이 수십 nm 내지 500 nm 정도이고 높이가 수 nm 내지 수십 nm 정도인 볼록 결합이나 장경이 수십 nm 내지 500 nm 정도이고 깊이가 수 nm 내지 100 nm 정도인 오목 결합, 또는 깊이가 1 내지 5 nm로 얇으면서, 길이가 1 μ m 내지 수십 μ m나 있는 얇은 줄무늬상 홈집 등의 결합이 없는 것이 바람직하다. 이는 상술한 바와 같은 결합이 기관 표면에 존재하면, 리소그래피를 행했을 때에, 그의 결합도 함께 전사되어, 미세한 묘화를 하는 것이 곤란해지기 때문이다. 이러한 결합은 후술하는 연마 공정에서 제거할 수 있다.
- [0055] 본 발명의 기관을 EUVL로 이용하는 경우에는, 기관 표면의 평탄도, 면조도, 결합수 이외에, 소재 자체도 규정된다. 이 경우, 열팽창계수를 낮추기 위해서 TiO₂를 5 내지 12 질량% 농도로 도핑한 것이 바람직하다.
- [0056] 본 발명의 유리 기관은 반도체 관련 전자 재료에 사용할 수 있고, 특히 포토마스크용으로서 바람직하게 사용할 수 있다.
- [0057] 본 발명의 유리 기관은 유리를 조연마하는 공정, 조연마한 기관 표면의 평탄도를 측정하는 공정, 부분 연마를 하는 공정, 마무리 연마를 하는 공정을 거쳐 제조된다.
- [0058] 합성 석영 유리 잉곳을 성형, 어닐링, 슬라이스 가공, 모따기, 랩핑, 기관 표면을 경면화하는 조연마함으로써 조연마 공정이 행해진다.
- [0059] 이어서, 기관 표면의 평탄도가 측정되지만, 기관의 형상을 만들기 위해서 조연마된 기관 표면의 평탄도는, 평탄도가 0.3 내지 1.0 μ m인 것이 이용된다.
- [0060] 본 발명의 합성 석영 유리 기관의 형상을 만들기 위해서는, 소형 회전 가공틀을 이용한 부분 연마 기술이 채용된다. 상기에서 측정된 기관 표면의 측정 데이터를 바탕으로, 기관 표면에서의 각 장소에서의 연마량을 결정하고, 미리 설정해 둔 목표 형상을 향해 부분 연마를 행한다. 연마량은 틀을 움직이는 속도에 의해 제어된다. 즉, 연마량을 많게 하고자 하는 경우에는, 틀이 기관 표면을 통과하는 속도를 느리게 하고, 목표 형상에 근접하고 있어 연마량이 적은 경우에는, 반대로 틀이 기관 표면을 통과하는 속도를 빠르게 함으로써 연마량을 제어한다.
- [0061] 부분 연마의 가공부는, 류토(Leutor)식의 회전 가공틀을 이용한 것이 채용된다. 또한, 유리에 대한 연마 손상을 경감시키는 등의 측면에서, 유리와 접촉하는 회전틀의 소재에는 경도 A50 내지 75(JIS K6253에 준거)의 폴리우레탄, 펠트버프, 고무, 세륨패드 등으로부터 선택되지만, 유리 표면을 연삭할 수 있는 것이면 종류는 한정되지 않는다. 또한, 회전틀의 연마 가공부의 형상은 원형 또는 도우넛형, 원주형, 포탄형, 디스크형, 배럴형 등을 들 수 있다.
- [0062] 부분 연마 후 기관 표면의 평탄도는 0.01 내지 0.50 μ m, 특히 0.01 내지 0.30 μ m 평탄도인 것이 바람직하고, 형상은 최종 마무리 연마의 조건에 따라, 볼록형, 오목형 등 사양에 따라 임의로 선택할 수 있다.
- [0063] 부분 연마를 실시한 기관은 마무리 연마로서, 통상의 매엽식 연마로 배치식 연마를 행하여, 부분 연마 공정까지 발생된 결합이나 면조도의 개선을 행한다. 이 때, 연마포에는 스웨이드제인 것이 바람직하게 이용되고, 연마율은 너무 높지 않는 것이, 부분 연마에서 만든 형상이 최종 목표 형상으로 한번에 변화하지 않도록 연마할 수 있기 때문에 바람직하다. 이 때, 연마 지립으로는 입경 30 내지 150 nm, 바람직하게는 입경 30 내지 100 nm의 콜로이달 실리카 수분산액이 바람직하게 이용된다.
- [0064] 상기한 바와 같이 얻어지는 합성 석영 유리 기관은, 부분 연마의 마무리 형상에 의해, 마무리 연마 후 형상을 결정할 수 있다. 즉, 부분 연마 상승의 형상에 의해 최종 기관의 표면 형상을 조절할 수 있다.
- [0065] 마무리 연마의 연마량은, 매엽식 연마로 4 내지 8 μ m인 것이 바람직하다. 부분 연마 공정에서, 틀이 석영 유리 기관 표면에 직접 닿아 연마할 때의 연마 상처를 효율적으로 제거하기 때문이다.
- [0066] 마무리 연마하여 얻어진 기관은, 표면의 평탄도를 측정하고, 그의 측정 데이터를 바탕으로 하여 스테퍼에 장착했을 때의 흡착력을 제어함으로써, 스테퍼 장착시 기관의 평탄도를 제어하는 것도 가능해진다.

- [0067] [실시예]
- [0068] 이하, 실시예를 들어 본 발명을 구체적으로 설명하는데, 본 발명이 하기의 실시예로 제한되는 것은 아니다.
- [0069] [실시예 1]
- [0070] 잉곳으로부터 슬라이스된 합성 석영 유리 기판 원료(한편이 6인치(152 mm)인 정사각형)를, 유성 운동을 행하는 양면 랩기로 랩핑한 후, 유성 운동을 행하는 양면 폴리시기로 조연마를 행하고, 원료 기판을 준비하였다. 이 때 원료 기판 표면의 평탄도는 한편이 6인치(152 mm)인 정사각형의 범위에서 0.398 μm 였다. 또한, 평탄도의 측정은 트로켈사 제조 울트라 플랫 M200을 사용하였다.
- [0071] 그 후, 상기 기판을 가공틀로서 연마 가공부가 구경 20 mm ϕ ×구경 길이 25 mm의 포탄형 펠트버프틀(닛본 세이 미쯔 기카이 고사꾸(주) 제조 F3620)을 사용한 부분 연마기에 세팅하였다. 가공 조건은, 가공틀의 회전수를 5,000 rpm, 가공 압력을 160 g/mm²로 하고, 피가공물 위를 이동시켜 기판 전체면을 가공하였다. 이 때, 연마액으로서 콜로이달 실리카 수분산액을 사용하였다. 가공 방법은, 기판의 X축에 대하여 평행하게 가공틀을 연속적으로 이동시키고, Y축 방향으로는 0.25 mm 피치로 이동시키는 방법을 취하였다. 이 조건에서의 최적 가공 속도는, 미리 측정하여 1.9 μm /분으로 하고, 가공틀의 이동 속도는, 기판 형상에서 가장 낮은 기판의 부분에서 50 mm/초로 하여 98 분간 가공하였다. 부분 연마 후 기판 형상은, 최종 마무리 연마에서의 기판의 연마 방법을 미리 고려하여 설정하였다. 부분 연마 처리 후, 기판 전체의 평탄도는 0.286 μm 였다. 또한, 이 기판은, 기판이 점대칭이 되어 최종 연마에서 힘이 기판에 균등하게 가해지도록 만들었다.
- [0072] 이어서, 연질의 스웨이드제 연마포를 이용하여, 연마제로서 SiO₂ 농도가 40 질량%인 콜로이달 실리카 수분산액을 이용하여, 연마 하중 100 gf로 최종 정밀 연마를 하였다. 절삭량은, 조연마 공정 및 부분 연마 공정에서 발생한 흠집을 제거하는 데에 충분한 양으로 4 μm 를 연마하였다.
- [0073] 연마 종료 후, 세정·건조한 후 표면 평탄도를 측정한 바 중앙 132 mm×132 mm 정사각형의 범위에서 37 nm였다. 또한, 프레임 부분의 범위에서 121 nm였다. 원자간력 현미경으로 면조도를 측정한 바, RMS 0.07 nm였다. 레이저 공초점 광학계 고감도 결함 검사 장치(레이저테크사 제조)를 이용하여 결함 검사를 행한 바, 블록 결함, 오목 결함 및 줄무늬상 흠집은 검출되지 않았다.
- [0074] 이 기판을 기판 표면 중앙 148 mm×148 mm 정사각형의 정방형의 변 위에서 스테퍼에 장착하고, 상기 영역 B¹ 부분에서 흡착을 행한 바, 표면 중앙 142 mm×142 mm 정사각형의 평탄도는 47 nm가 되었다.
- [0075] [실시예 2]
- [0076] TiO₂를 7.0 질량% 도핑한 잉곳으로부터 슬라이스된 합성 석영 유리 기판 원료(한편이 6인치(152 mm)인 정사각형)를 실시예 1과 마찬가지로 조연마를 행하고, 원료 기판을 준비하였다. 이 때 원료 기판 표면의 평탄도는 한편이 6인치(152 mm)인 정사각형의 범위에서 0.371 μm 였다.
- [0077] 그 후 부분 연마의 가공 조건은, 가공틀의 회전수를 6,000 rpm, 가공 압력을 160 g/mm²로 피가공물 위를 이동시켜 기판 전체면을 가공하였다. 이 때, 연마액으로서 콜로이달 실리카 수분산액을 사용하였다. 가공 방법은, 기판의 X축에 대하여 평행하게 가공틀을 연속적으로 이동시키고, Y축 방향으로는 0.25 mm 피치로 이동시키는 방법을 취하였다. 이 조건에서의 최적 가공 속도는, 미리 측정하여 1.1 μm /분으로 하고, 가공틀의 이동 속도는, 기판 형상에서 가장 낮은 기판의 부분에서 50 mm/초로 하여 102 분간 가공하였다. 부분 연마 처리 후, 기판 전체의 평탄도는 0.277 μm 였다. 또한, 이 기판은, 기판이 점대칭이 되어 최종 연마에서 힘이 기판에 균등하게 가해지도록 만들었다.
- [0078] 이어서, 실시예 1과 동일한 조건에 의해 최종 정밀 연마를 하였다. 절삭량은, 조연마 공정 및 부분 연마 공정에서 발생한 흠집을 제거하는 데에 충분한 양으로서 5 μm 를 연마하였다.
- [0079] 연마 종료 후, 세정·건조한 후 표면 평탄도를 측정한 바 중앙 132 mm×132 mm 정사각형의 범위에서 41 nm였다. 또한, 프레임 부분의 범위에서 108 nm였다. 원자간력 현미경으로 면조도를 측정한 바, RMS 0.07 nm였다. 레이저 공초점 광학계 고감도 결함 검사 장치(레이저테크사 제조)를 이용하여 결함 검사를 행한 바, 블록 결함, 오목 결함 및 줄무늬상 흠집은 검출되지 않았다.
- [0080] 이 기판을 스테퍼에 장착하고, 상기 영역 B¹에서 흡착을 행한 바, 표면 중앙 142 mm×142 mm 정사각형의 평탄도는 48 nm가 되었다.

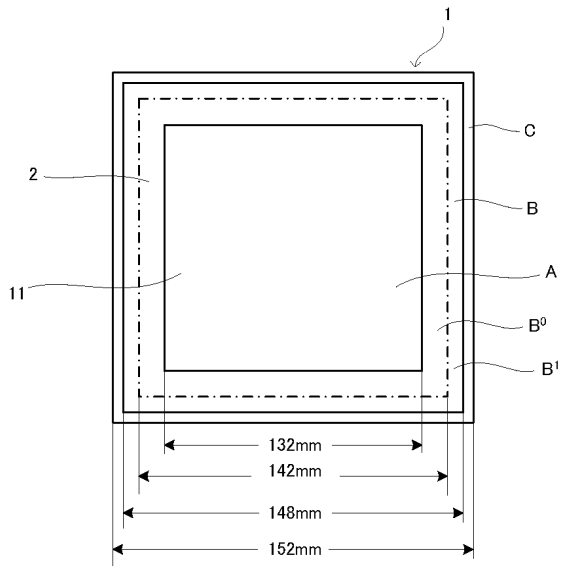
- [0081] [실시예 3]
- [0082] 잉곳으로부터 슬라이스된 합성 석영 유리 기관 원료(한변이 6인치(152 mm)인 정사각형)를, 실시예 1과 마찬가지로 조연마를 행하고, 원료 기관을 준비하였다. 이 때 원료 기관 표면의 평탄도는 한변이 6인치(152 mm)인 정사각형의 범위에서 0.303 μm 였다.
- [0083] 그 후 부분 연마의 가공 조건은, 가공틀의 회전수를 3,000 rpm, 가공 압력을 160 g/ mm^2 로 피가공물 위로 이동시키고, 기관 전체면을 가공하였다. 이 때, 연마액으로서 콜로이달 실리카 수분산액을 사용하였다. 가공 방법은, 기관의 X축에 대하여 평행하게 가공틀을 연속적으로 이동시키고, Y축 방향으로 0.25 mm 피치로 이동시키는 방법을 취하였다. 이 조건에서의 최적 가공 속도는, 미리 측정하여 1.9 $\mu\text{m}/\text{분}$ 으로 하고, 가공틀의 이동 속도는, 기관 형상에서 가장 낮은 기관의 부분에서 50 mm/초로하여 102 분간 가공하였다. 부분 연마 처리 후, 기관 전체의 평탄도는 0.222 μm 였다. 또한, 이 기관은, 기관이 점대칭이 되어 최종 연마에서 힘이 기관에 균등하게 가해지도록 만들었다.
- [0084] 이어서, 실시예 1과 동일한 조건에 의해 최종 정밀 연마를 하였다. 절삭량은 조연마 공정 및 부분 연마 공정에서 발생한 흠집을 제거하는 데에 충분한 양으로서 4.2 μm 를 연마하였다. 연마 절삭량은, 더욱 정밀한 연마를 행하기 위해, 미리 얻어져 있는 연마 데이터를 기초로 기관의 연마 방법을 해석하고, 최소 제곱법에 의해 최적 연마 절삭량을 구하고, 소수점 이하 1자리수까지 제어하여 설정을 하였다.
- [0085] 연마 종료 후, 세정·건조한 후 표면 평탄도를 측정한 바 중앙 132 mm \times 132 mm 정사각형의 범위에서 21 nm였다. 또한, 프레임 부분의 범위에서 98 nm였다. 원자간력 현미경으로 면조도를 측정한 바, RMS 0.07 nm였다. 레이저 공초점 광학계 고감도 결함 검사 장치(레이저테크사 제조)를 이용하여 결함 검사를 행한 바, 볼록 결함, 오목 결함 및 줄무늬상 흠집은 검출되지 않았다.
- [0086] 이 기관을 스테퍼에 장착하고, 상기 영역 B¹에서 흡착을 행한 바, 표면 중앙 142 mm \times 142 mm 정사각형의 평탄도는 27 nm가 되었다.

부호의 설명

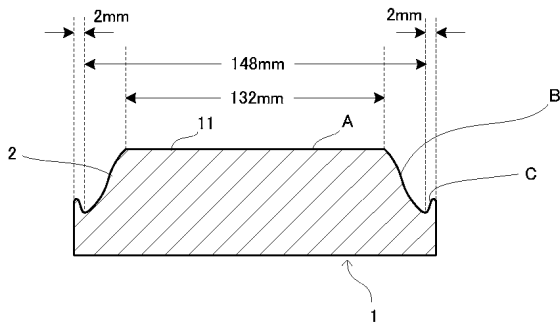
- [0087] 1 기관
- 2 프레임 부분
- 11 기관 표면
- 12 최소 제곱 평면
- 21 스테퍼 스테이지
- 22 스테퍼 흡착부
- A 기관 표면 중앙 132 mm \times 132 mm 정사각형 부분의 영역
- B 기관 표면 중앙 132 mm \times 132 mm 정사각형 부분과 표면 중앙 148 mm \times 148 mm 정사각형 부분 사이의 영역
- B⁰ 기관 표면 중앙 132 mm \times 132 mm 정사각형 부분과 표면 중앙 142 mm \times 142 mm 정사각형 부분 사이의 영역
- B¹ 기관 표면 중앙 142 mm \times 142 mm 정사각형 부분과 표면 중앙 148 mm \times 148 mm 정사각형 부분 사이의 영역
- C 기관 표면 중앙 148 mm \times 148 mm 정사각형 부분과 기관 표면 외주연 사이의 영역

도면

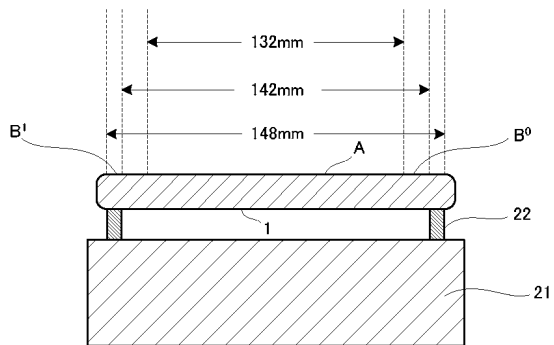
도면1



도면2



도면3



도면4

