

(19)대한민국특허청(KR)
(12) 등록특허공보(B1)

(51) Int. Cl. ⁸ G03F 1/00 (2006.01)	(45) 공고일자 (11) 등록번호 (24) 등록일자	2006년01월24일 10-0544934 2006년01월13일
---	-------------------------------------	--

(21) 출원번호 (22) 출원일자 (62) 원출원	10-2004-0087759(분할) 2004년11월01일 특허10-1996-0031432 원출원일자 : 1996년07월30일	(65) 공개번호 (43) 공개일자 심사청구일자	2001년07월27일
------------------------------------	--	----------------------------------	-------------

(30) 우선권주장	JP-P-1995-00199688	1995년08월04일	일본(JP)
	JP-P-1995-00199689	1995년08월04일	일본(JP)
	JP-P-1995-00199690	1995년08월04일	일본(JP)

(73) 특허권자 다이니폰 인샤츠 가부시카이가이샤
일본 도쿄도 신주쿠구 이치가야 가가쵸 1쵸메1반1고

(72) 발명자 요코야마도시후미
일본 도쿄도 신주쿠구 이치가야카가쵸 1쵸메 1-1 다이닛폰인샤츠 가부
시카이가이샤 내

미카미코이치
일본 도쿄도 신주쿠구 이치가야카가쵸 1쵸메 1-1 다이닛폰인샤츠 가부
시카이가이샤 내

하쓰다치야키
일본 도쿄도 신주쿠구 이치가야카가쵸 1쵸메 1-1 다이닛폰인샤츠 가부
시카이가이샤 내

모리히로시
일본 도쿄도 신주쿠구 이치가야카가쵸 1쵸메 1-1 다이닛폰인샤츠 가부
시카이가이샤 내

(74) 대리인 장수길
안국찬

심사관 : 신주철

(54) 위상 시프트 마스크

요약

본 발명은 초미세한 패턴의 형성을 필요로 하지 않고, 노광시의 상형성에 악영향을 미치는 광강도의 서브피크를 억제하면서 소자영역 외측부의 다중노광되는 영역에서의 투과율을 낮춘 차광 패턴을 가지는 하프톤 위상 시프트 마스크 등의 위상 시프트 마스크로서, 투명기판(101) 상에 단층 또는 2층 이상의 층으로 이루어지는 하프톤 위상 시프트 막(102)을 가지는

하프톤 위상 시프트 마스크에 있어서, 투명기관(101)상 소자영역 외측부의 다중노광되는 영역(107)에 있어서 하프톤 위상 시프트 막(102)의 조성을 전자파, 입자선, 열선 등을 조사하는 방법, 조성을 변화시키고 싶지 않은 영역을 마스킹한 후에 전체를 활성화한 분위기에 드러내는 방법으로 바꿈으로써 그 영역의 노광광에 대한 투과율을 낮춘 위상 시프트 마스크 및 그 제조방법이다.

대표도

도 11

색인어

위상 시프트 마스크, 하프톤, 노광 마스크, 차광막, 다중노광

명세서

도면의 간단한 설명

도1은 본 발명의 제1실시예의 하프톤 위상 시프트 마스크를 형성하는 공정도.

도2는 제2실시예의 하프톤 위상 시프트 마스크를 형성하는 공정도.

도3은 제3실시예의 하프톤 위상 시프트 마스크를 형성하는 공정도.

도4는 제1실시예에 있어서, 레이저 조사(照射) 전의 하프톤 위상 시프트 막의 X선 광전자 분광법에 의한 분석 결과를 나타낸 도면.

도5는 제1실시예에 있어서, 레이저 조사(照射) 후의 하프톤 위상 시프트 막의 X선 광전자 분광법에 의한 분석결과를 나타낸 도면.

도6은 제1실시예에 있어서, 레이저 조사(照射) 전후의 불소에 관한 분석 결과를 대비해서 나타낸 도면.

도7은 제1실시예의 하프톤 위상 시프트막의 레이저 조사 전후의 분광 투과율 스펙트럼을 나타낸 도면.

도8은 제3실시예에서 사용하는 차광대(遮光帶) 형성 장치의 구성을 설명하는 도면.

도9는 본 발명에 있어서의 초미립자막을 형성하기 위한 장치의 구성을 나타낸 도면.

도10은 제4실시예의 하프톤 위상 시프트 마스크 제조 방법의 공정을 나타낸 도면.

도11을 제5실시예의 위상 시프트 마스크 제조 방법의 공정 중 일부를 나타낸 도면.

도12는 제5실시예의 위상 시프트 마스크 제조 방법의 공정 중 나머지 일부를 나타낸 도면.

도13은 제6실시예의 위상 시프트 마스크 제조 방법의 공정을 나타낸 도면.

도14은 제7실시예의 위상 시프트 마스크 제조 방법의 공정을 나타낸 도면.

도15는 차광막으로서 사용하는 크롬막의 막두께와 투과율의 관계를 나타낸 도면.

도16은 상시프터 위상 시프트 마스크 차광막의 단차에 의해 생기는 결함을 설명하기 위한 도면.

<도면의 주요 부분에 대한 부호의 설명>

101, 801, 1101 : 포토 마스크용 합성석영기관

102, 802 : 원자외선(DUV:遠紫外線) 노광용 하프톤 위상 시프트 막
103, 803 : DUV노광용 하프톤 위상 시프트 마스크 브랭크
104, 804, 1103, 1106, 1204, 1207, 1305 : 전자선 레지스트
105, 805, 1104, 1107, 1111, 1205 : 레지스트 패턴
106, 806 : DUV노광용 하프톤 위상 시프트 마스크
107 : 하프톤 위상 시프트 막의 바깥 둘레 영역
201, 301, 607, 1112, 1210, 1308 : 하프톤 위상 시프트 마스크
305 : 차광대 601 : 마스크 홀더
603 : 적외선 히터 602, 605 : 냉매
701 : 초미립자 생성실 702 : 막형성실
703 : 초미립자 유송관 704, 707 : 벨브
705, 706 : 진공 펌프 708 : 원료 용기
709 : X-Y스테이지 710 : 노즐
807 : 초미립자막(Fe막) 1102, 1108, 1302 : 차광막
1105 : 차광막 레지스트 1109 : 위상 시프트 막
1110 : 포토 레지스트 1201, 1301 : 투명 기관
1202 : 제 1 층 1203 : 제 2 층
1206, 1209, 1303 : 차광막 패턴 1208 : 소자 영역
1304 : 시프터 패턴 1306 : 소자 영역의 외측부
1307 : 제 2 차광막

발명의 상세한 설명

발명의 목적

발명이 속하는 기술 및 그 분야의 종래기술

본 발명은 위상 시프트 마스크 및 그 제조 방법에 관한 것으로, 특히 초LSI등의 제조에 사용되는 포토마스크 중 간단히 제조할 수 있으면서도 미세한 패턴의 형성이 가능한 위상 시프트 마스크와 그 제조 방법에 관한 것이다.

위상 시프트 마스크의 하나로서 하프톤 위상 시프트 마스크가 알려져 있다. 하프톤 위상 시프트 마스크는 미세한 패턴의 형성에 유효하나 아래와 같은 2개의 문제가 있다.

(1) 전사시에 웨이퍼상에 형성하고자 하는 노광 패턴의 근방에 광강도의 서브피크가 생기고, 이것이 본래 발생시키고자 하는 노광 패턴을 변형시켜 버리는 문제가 있었다. 이 문제는 특히 크게 패턴의 근방에서 현저하게 발생되고 위상 시프트 리소그래피의 수법을 이용하지 않고 충분히 해상시킬 수 있는 크게 패턴에 있어서는 오히려 종래의 크롬 마스크보다도 전사특성이 열화(劣化)되고 만다.

(2) 스테퍼에 의해 서서히 전사노광할 때에 웨이퍼 상에서 인접하는 쇼트(1회의 노광으로 전사되는 범위)끼리 겹치는 영역이 생긴다. 종래의 크롬 마스크에 있어서, 이 다중 노광 영역을 감광시키고 싶지 않을 경우 마스크의 주변부를 남기고 패턴(혹패턴)으로 하면 노광광이 완전히 차광되어 감광되지 않았으나, 하프톤 위상 시프트 마스크에 있어서는 나머지 패턴부도 반투명하므로 연속 다중 노광됨으로써 감광되고 만다.

즉, 하프톤 위상 시프트 마스크에 있어서는 사실상 기관상의 일부 영역에 차광성을 가지게 하는 것이 불가능했다. 이를 위해서는 종래부터 아래의 2가지 방법 중 하나가 취해지고 있다.

(A) 노광광을 실질적으로 투과시키고 싶지 않은 마스크 영역에 해상 한계 이하의 초미세 연속 패턴을 배치하는 방법(일본국 특허공개 평6-175347호)

(B) 하프톤 위상 시프트 막과 차광막, 혹은 고 콘트라스트(High Contrast)를 얻을 수 있는 막을 적층하고 전체를 소정의 패턴으로 가공한 후에 차광막, 혹은 고 콘트라스트를 얻을 수 있는 막을 필요한 패턴으로 가공하는 방법.

또한, 투명 기관상에 적어도 제1패턴을 형성하는 차광막과 제2패턴을 형성하는 위상 시프트막을 가지는 레벤손(LEVENSON) 타입 등의 위상 시프트 마스크는 미세한 패턴의 형성에 유효하다는 것이 알려져 있다. 이와 같은 위상 시프트 마스크로는 일반적으로 아래의 2가지 유형이 알려져 있다. 즉,

(i) 투명 기관상 전면에 우선 차광막을 형성하고 이들을 소정의 패턴으로 제판(製版)한 후, 위상 시프트 막을 전면에 형성하여 이를 제판함으로써 얻을 수 있는 소위 상시프트형 위상 시프트 마스크와,

(ii) 투명 기관상 전면에 위상 시프트 막, 차광막을 순차 형성한 후, 우선 차광막을 소정의 패턴으로 가공하고 이어서 위상 시프트 막을 패터닝함으로써 얻을 수 있는 소위 하시프트형 위상 시프트 마스크이다.

상기 (i), (ii)를 비교하면, 아래의 이유에 의해 (i)이 유리하다.

(1) (ii)에 있어서, 소위 광도파(光導波) 효과가 생기고 이를 억제하기 위한 번거로운 패턴 데이터 조정이 필요한데 (i)은 이것이 필요없다.

(2) 위상 시프트 마스크 고유의 공정인 위상 시프트 막에 관한 가공 공정을 (i)에 있어서는 통상의 크롬 마스크 공정 후에 부가할 수 있는데 비하여, (ii)에 있어서는 크롬 공정 사이에 삽입하지 않으면 안된다. 이 때문에 (i)에 있어서 차광막 공정은 종래 공정과 동일해도 되는데 비하여 (ii)에 있어서는 차광막 공정도 위상 시프트 막의 존재를 위하여 일부 재평가해 볼 필요가 있다.

그리고, 하프톤 위상 시프트 마스크에 있어서 상기 해결법(A)은 1회의 리소그래피 공정으로 마스크를 제작할 수 있는 장점이 있으나, 상기 연속 패턴은 매우 미세한 것이 아니면 안되고, 이것을 형성하는 것은 매우 곤란하다.

또한, 해결법(B)은 패턴 형성이 용이하나 본질적으로 2번의 제판을 행할 필요가 있어 공정이 길어지는 문제가 있다.

또한, 레벤손 타입 등의 위상 시프트 마스크 중 상시프트형 위상 시프트 마스크에 있어서도 아래와 같은 결점이 있다. 즉, 패터닝된 차광막 위에 위상 시프트막을 형성할 때에 차광막 패턴의 단차(段差)에 영향을 받아 위상 시프트 막이 균일하게 형성되지 않는다는 문제가 있었다. 위상 시프트 마스크의 단차 불균일은 투과하는 노광광의 위상 시프트량을 불균일하게 하는 것으로 위상 시프트 마스크로서의 성능을 현저하게 열화(劣化)시키는 것이었다.

위상 시프트 막의 막두께 불균일을 없애고 위상각을 정확하게 맞춘 위상 시프트 마스크를 얻기 위해서는 차광막의 막두께를 작게하고 차광막의 단차를 저감할 필요가 있다. 그러나, 차광막의 막두께를 감소시키면 그 차광성능이 열화되어 스텝

앤드 리피트(Step and Repeat) 노광을 할 때에 웨이퍼상의 인접하는 쇼트(1회의 노광으로 전사되는 범위)끼리 겹치는 다중 노광 영역등이 감광되고 마는 콘트라스트 저하라는 문제가 발생하기 때문에 차광막의 막두께를 작게함으로써 상기 문제를 해결하는 것은 곤란했다.

차광막으로는 스퍼터링에 의해 형성된 크롬막을 사용하는 것이 일반적이며, 크롬막의 막두께와 그 투과율과의 관계를 도 15에 나타냈다. 통상 요구되는 차광성능은 60nm 이상의 막두께가 요구되는 것을 알 수 있다. 또한, 일반적으로 차광막에 반사방지 기능을 요구하는 경우가 있는데, 이 경우는 크롬막에 추가로 반사방지막이 필요하게 되어 차광막의 막두께는 100nm 이상이 되는 것이 보통이다.

또 한편, 단차를 가지는 차광막 패턴 상부에 위상 시프트 막을 형성한 경우, 일반적으로 차광막 패턴이 가지는 단차와 동등 또는 그에 가까운 단차가 위상 시프트 막의 표면에도 생긴다. 또한, 위상 시프트 막(시프트막)의 형성 방향에 따라서는 차광막의 개구부를 향해서 도 16에 나타낸 바와 같이 테이퍼를 가지게 된다는 것이 관측된다. 이 경우 개구부 내에 위상 시프트량이 일정해지지 않아 위상 시프트 마스크의 효과를 저하시키고 만다.

위상 시프트 막으로서 일반적으로 산화규소막이 사용되는 경우가 많으나 개구부 내에 산화규소막이 위에서 설명한 크롬 단차와 동등한 60nm의 막두께 변동을 가졌을 경우, 위상 시프트량의 변동은 i 선 리소그래피에서는 약 30° , KrF엑시머레이저 리소그래피에서는 45° 가까이 되고 만다. 또한, 막두께 변동이 반사방지막을 더해서 100nm가 된 경우 i 선 리소그래피에서는 50° , KrF엑시머레이저 리소그래피에서는 약 70° 가 되고 말아 위상 시프트 마스크로서는 사용할 만 한 것이 못된다.

반대로 위상 시프트량의 변동 허용범위를 $\pm 10^\circ$ 로 한 경우, 산화규소로 이루어지는 위상 시프트 막에 허용되는 막두께의 변동은 i 선 리소그래피에서는 약 20nm, KrF엑시머레이저 리소그래피에서는 약 14nm에 지나지 않는다. 이를 위하여 허용되는 차광막 패턴의 단차는 시프트막의 형성 방법에도 의하지만, 특수한 막형성 방법을 채용하지 않는 한 위에서 설명한 60nm보다 상당히 작아져서 도 15로부터 명백한 바와 같이 차광 성능이 낮은 것이 된다.

발명이 이루고자 하는 기술적 과제

본 발명은 종래 기술의 상기한 바와 같은 문제점을 감안하여 이루어진 것으로, 그 목적은 소자 영역 외측의 다중 노광되는 영역에서의 투과율을 낮춘 차광 패턴을 가지는 하프톤타입 등의 위상 시프트 마스크를 제공하는 것이다.

본 발명의 또 다른 목적은 초미세 패턴의 형성을 필요로 하지 않고, 노광시의 상(像)형성에 악영향을 미치는 광강도의 서브픽스를 억제하고 또한, 소자 영역 외측의 다중 노광되는 영역에서의 투과율을 낮춘 차광 패턴을 가지는 하프톤 위상 시프트 마스크와 그 제조 방법을 제공하는 것이다.

본 발명의 또 다른 목적은 위상 시프트 효과가 요구되는 영역에 있어서는 패턴닝된 차광막의 단차에 의해 생기는 위상 시프트 막의 막두께 변동을 억제하고 또한, 충분한 차광율이 요구되는 영역에 있어서는 충분한 차광 특성을 나타내며 뛰어난 위상 시프트 효과를 가지는 상시프트형 위상 시프트 마스크를 제공하는 것이다.

상기 목적을 달성하는 본 발명 하프톤 위상 시프트 마스크는 투명 기판상에 단층 또는 2층이상의 층으로 이루어지는 하프톤 위상 시프트 막을 가지는 하프톤 위상 시프트 마스크에 있어서, 상기한 하프톤 위상 시프트막 중의 적어도 한층이 1종류 이상의 금속 원소와 산소, 불소, 탄소, 질소, 염소 중 1종류 이상의 원소와의 화합물을 주성분으로 하는 층으로 이루어지고 또한, 상기 투명 기판상의 일부 영역에 있어서 상기 화합물의 산소, 불소, 탄소, 질소, 염소의 함유량이 다른 영역에서의 함유량과 다른 것을 특징으로 한다.

본 발명의 또 다른 하프톤 위상 시프트 마스크는 투명 기판상에 단층 또는 2층 이상의 층으로 이루어지는 하프톤 위상 시프트 막을 가지는 하프톤 위상 시프트 마스크에 있어서, 상기 하프톤 위상 시프트 막 중의 적어도 1층이 상기 투명 기판상의 일부 영역에 있어서 크롬 원소와 산소 원소로 이루어지는 화합물을 주성분으로 하는 막이고, 그 다른 영역에 있어서는 크롬 원소와 불소 원소로 이루어지는 화합물을 주성분으로 하는 막인 것을 특징으로 한다.

이들에 있어서, 하프톤 위상 시프트 막의 노광광에 대한 투과율이 투명 기판의 투과율을 100%로 했을 때에 일부의 영역에 있어서 1%이하이고, 그 외의 영역에 있어서는 1 내지 50%이다. 또한, 바람직하게는 그 외의 영역에 있어서의 투과율은 5 내지 30%이다.

이 경우, 이 일부의 영역은 하프톤 위상 시프트 마스크 전사시의 다중 노광부에 대응하는 영역을 포함하는 마스크 주변부일 수 있고 또한, 하프톤 위상 시프트 효과에 의하지 않아도 해상가능한 패턴의 주변부이어서도 된다.

본 발명의 제3하프톤 위상 시프트 마스크는 투명 기관상에 단층 또는 2층 이상의 층으로 이루어지는 하프톤 위상 시프트 막을 가지는 하프톤 위상 시프트 마스크에 있어서 투명 기관상의 일부 영역에 있어서 초미립자막으로 이루어지는 노광광을 차광하는 패턴이 형성되어 있는 것을 특징으로 한다.

이 경우, 초미립자막으로 이루어지는 패턴이 형성되어 있는 영역은 하프톤 위상 시프트 마스크 전사시의 다중 노광부에 대응하는 영역을 포함하는 마스크 주변부일 경우, 또는 하프톤 위상 시프트 효과에 의하지 않아도 해상가능한 패턴의 주변부일 경우 등이 고려되어진다.

상기 본 발명의 제3하프톤 위상 시프트 마스크는 초미립자막을 가스 형상의 초미립자를 기관 상에 내뿜음으로써 제조할 수 있다.

또한, 본 발명 제4 위상 시프트 마스크는 투명 기관상에 적어도 차광막의 제1패턴과 제1패턴 상에 적층된 위상 시프트 막의 제2패턴을 가지는 위상 시프트 마스크에 있어서, 상기 투명 기관상에 상기 차광막의 막두께가 큰 영역과 작은 영역이 존재하는 것을 특징으로 한다.

이 경우, 차광막의 막 두께가 큰 영역이 전사시의 다중 노광부에 대응하는 영역을 포함하는 것이 바람직하다.

본 발명 제5 위상 시프트 마스크는 투명 기관상에 적어도 차광막의 제1패턴과, 제1패턴상에 적층된 위상 시프트 막의 제2패턴을 가지는 위상 시프트 마스크에 있어서, 상기 차광막이 여러 층으로 이루어지는 다층막으로 이루어지고, 상기 투명 기관상에 상기 다층막을 구성하는 층수가 많은 영역과 1층을 포함하는 적은 영역이 존재하는 것을 특징으로 한다.

이 경우, 차광막의 층수가 많은 영역이 전사시의 다중 노광부에 대응하는 영역을 포함하는 것이 바람직하다.

본 발명 제6 위상 시프트 마스크는 투명 기관상에 적어도 차광막의 제1패턴과, 제1패턴상에 적층된 위상 시프트 막의 제2패턴을 가지는 위상 시프트 마스크에 있어서, 상기 제2패턴 상에 차광성의 제3패턴을 가지는 것을 특징으로 한다.

이 경우, 제3패턴이 형성된 영역이 전사시의 다중 노광부에 대응하는 영역을 포함하는 것이 바람직하다.

아래에 우선 본 발명 제1 및 제2하프톤 위상 시프트 마스크의 작용을 포함하여 보충적으로 설명한다.

투명 기관상에 단층 또는 다층이고, 이를 구성하는 층중 적어도 1층은 1종류 이상의 금속 원소와 산소, 불소, 탄소, 질소, 염소 중 1종류 이상의 원소와의 화합물을 주성분으로 하는 층인 하프톤 위상 시프트 막을 구비한 위상 시프트 마스크를 미리 소정의 패턴으로 가공한 후에 전사노광때에 인접하는 쇼트끼리 연속적으로 노광되는 영역이나, 반드시 하프톤 위상 시프트 효과를 사용하지 않아도 충분히 전사 형성할 수 있는 패턴의 일부 또는 모든 영역 등에 있어서 상기 층의 화합물 중 산소, 불소, 탄소, 질소, 염소 중 1종류 이상의 원소 함유량을 바꿈으로써 그 영역에서의 노광광에 대한 투과율을 낮춤으로써 상기 문제점을 해결할 수 있다.

구체적으로는 하프톤 위상 시프트 막이 패터닝 가공 후, 투명 기관의 투과율을 100%로 했을 때에 투과율이 1 내지 50%이었던 것을 1%이하로 낮춤으로써 상기 문제점을 해결할 수 있다.

위에 설명한 하프톤 위상 시프트 막을 구성하는 층의 조성 변화는 어떤 특정한 층의 두께방향 전체에 균일하게 변화시켜도 되고, 또한, 층의 일부만을 변화시켜도 된다. 또한, 하프톤 위상 시프트 막이 다층으로 이루어지는 경우, 당연히 다수의 층 조성을 동시에 바꿀 수도 있다.

또한, 상기 종래의 해결법(A), (B)과 병용하는 것도 가능하다. 또한, 상기 문제점이 되고 있는 영역에 한하지 않고, 그 외의 이유에 의해 투과율을 낮출 필요가 생긴 경우에도, 본 발명의 방법을 취할 수 있다.

위에 설명한 화합물의 조성을 바꾸는 방법은 예를 들면, 대기중, 진공중, 또는, 활성화한 분위기중 등에서 특정한 영역에 전자파, 입자선, 열선 등을 조사하는 방법 또는 조성을 바꾸고 싶지 않은 영역을 마스크한 후에 전체를 활성화한 분위기에 드러내는 방법등이 가능하다. 그에 따라, 해상한계 이하의 초미세한 패턴을 형성하지 않고 또한, 기본적으로 1회의 리소그래피 공정에 의해 상기 문제점을 해결할 수 있다.

또한, 하프톤 위상 시프트 마스크의 차광성이 요구되는 영역에 초미립자막으로 이루어지는 패턴을 형성함으로써 상기의 문제점을 해결할 수 있다. 이것이 본 발명의 제3하프톤 위상 시프트 마스크이다.

즉, 소자 영역의 외측 스텝 앤드 리피트 노광에 있어서 2중 이상으로 노광되는 영역, 소자 영역내에서 하프톤 위상 시프트 효과를 이용하지 않고도 해상할 수 있는 영역 등에 초미립자막을 형성함으로써 이들의 영역에서의 차광성을 높일 수 있다.

또한, 이 초미립자막은 기관 상에 초미립자를 내뿜고, 후처리를 함으로써 형성할 수 있으므로 리소그래피 공정을 필요로 하지 않는다.

도9에 초미립자막을 형성하기 위해 시판된 장치의 구성을 나타냈다. 이 장치는 초미립자 생성실(701)과 막형성실(702)로 이루어진다. 이들 2실(室)은 초미립자 유송관(703)에 의해 연결되고, 밸브(704)로 나누어져 있다. 2실 모두 진공펌프(705, 706)에 의해 진공배기되고 또한, 초미립자 생성실(701)에는 밸브(707)를 통해서 아르곤 등의 불활성 가스를 도입할 수 있다. 초미립자로 될 원료는 초미립자 생성실(701)내의 원료 용기(708) 내에 넣는다. 또한, 초미립자막을 형성할 기관은 막형성실(702) 내의 X-Y스테이지(709) 상에 세트한다.

이 장치를 사용하여 초미립자막을 아래와 같이 막형성한다. 밸브(704, 707)를 닫은 상태에서 초미립자 생성실(701)과 막형성실(702)을 진공펌프(705, 706)에 의해 진공흡인한다. 이어서, 밸브(707)를 열고 초미립자 생성실(701)내에 불활성 가스를 도입한다. 이 상태에서 원료 용기(708) 내의 재료를 가열함으로써 초미립자가 생성된다. 또한, 불활성 가스의 도입량, 초미립자 생성실(701)의 압력, 재료의 증발 속도 등을 조절함으로써 생성되는 초미립자의 양, 입자 직경을 제어할 수 있다. 초미립자의 생성이 안정된 시점에서 밸브(704)를 열면, 2(室)의 압력차에 의해 초미립자가 초미립자 유송관(703)을 거쳐서 막형성실(702)로 이송되고 그 선단부의 노즐(710)을 통해서 X-Y스테이지(709)상의 기관으로 내뿜어진다. 여기서, X-Y스테이지(709)를 제어하면서 이동시킴으로써 기관상에 임의의 초미립자막에 의해 패턴을 형성할 수 있다.

초미립자를 형성할 수 있는 초미립자 재료로서는 금, 동, 주석, 철, 크롬, 니켈 등의 금속 재료가 일반적이다. 또한, 이들 이외의 금속막, 합금막, 세라믹막 등도 고려할 수 있다.

이 방법에 의해 형성되는 초미립자막은 리소그래피 공정을 거치지 않고 패턴 형성이 가능하고, 충분한 차광성을 가지므로 하프톤 위상 시프트 마스크에 적용한 경우에 위에 설명한 문제점을 모두 해결할 수 있다.

또한, 상기 종래로부터의 해결법(A)과 (B)를 겸용하는 것도 가능하다. 또한, 상기에서 문제가 되고 있는 영역에 한하지 않고, 그 외의 이유에 의해 투과율을 낮출 필요가 생겼을 때에도 본 발명의 방법을 취할 수 있다.

또한, 본 발명은 레벤손 타입 등의 위상 시프트 마스크에 있어서, 차광막의 막두께가 크고 따라서 단차가 커서 차광 성능이 높은 영역과, 막두께가 작고 따라서 단차가 작아 차광 성능이 낮은 영역을 설치함으로써 상기한 다중 노광영역 등이 감광하는 콘트라스트 저하 문제 등을 해결할 수 있다. 또한, 차광막의 구성으로서 층수가 많고 따라서 단차가 커서 차광 성능이 높은 영역과, 층수가 적고 따라서 단차가 작아 차광 성능이 낮은 영역을 설치함으로써 마찬가지로 위에 설명한 문제를 해결할 수 있다.

일반적으로 예를 들면, 소자 영역 내의 미세한 패턴 등의 위상 시프트 효과가 필요한 패턴에 있어서는 인접하는 개구 사이에 위상 시프트 층에 의해 위상차가 반과장(180°)이 되게 하는 것이 중요하고 그 개구 사이의 차광층의 차광 성능은 높지 않아도 충분히 위상 시프트의 효과를 기대할 수 있다. 한편으로, 예를 들면 소자 영역의 주변부 스텝 앤드 리피트 노광시에 다중 노광되는 영역과 같이 차광층에 높은 차광 성능이 요구되는 영역에는 위상 시프트 효과가 필요해지는 것과 같은 미세한 패턴은 존재하지 않는다. 따라서, 미리 차광 성능을 우선으로 하는 영역과 위상 시프트 효과를 우선으로 하는 영역으로 나누는 것은 충분히 가능하다.

구체적으로는 통상의 차광막 패턴을 투명 기관상에 형성한 후, 2번째의 리소그래피 공정을 거쳐서 차광 성능을 희생해도 좋은 영역의 차광막 패턴을 노출시키는 레지스트 마스크를 형성한다. 여기서, 노출된 부분의 차광막을 소정의 양만큼만 에칭해서 얇게 하고, 그 후 남은 레지스트를 제거함으로써 막두께를 다르게 하여 차광 능력이 다른 2개의 영역을 얻을 수 있

다. 이 때, 에칭의 깊이를 조절하는 것이 곤란할 경우에 차광막을 미리 다른 재료로 이루어지는 다층막으로 하여 위에 설명한 에칭시에 특정의 재료로된 층만이 에칭되도록 하는 것도 가능하다. 이 방식에 의해 2개 영역의 막두께, 차광 성능을 보다 엄밀하게 조절할 수 있다.

또한, 차광막 패턴을 투명 기관상의 모든 영역에 있어서 얇게 제작하고 위상 시프트막 패턴을 제작한 후, 그 위에 충분한 차광성을 가지는 제3층을 막형성하고 이를 제판하는 것에 의해서도 상술한 목적은 달성된다.

본 발명의 요지는 특허청구의 범위 기재로부터 명확해질 것이며, 본 발명의 다른 목적과 효과는 명세서로부터 명백해질 것이다.

아래에 첨부 도면을 참조하여 실시예로서 본 발명의 작용 및 효과를 상세하게 설명한다.

발명의 구성 및 작용

본 발명의 제1 및 제2하프톤 위상 시프트 마스크는 투명 기관상에 단층 또는 2층 이상의 층으로 이루어지는 하프톤 위상 시프트 막을 가지는 하프톤 위상 시프트 마스크에 있어서 투명 기관상의 일부 영역에 있어서 이 하프톤 위상 시프트 막의 조성을 바꿈으로써 그 영역의 노광광에 대한 투과율을 바꾼 것이다. 아래에 본 발명의 제1 및 제2하프톤 위상 시프트 마스크 제조 방법의 실시예에 근거하여 설명한다.

<실시예1>

아래에 본 발명에 의한 전사시의 다중 노광부의 감광을 막는 소위 차광대를 형성하는 실시예를 도1의 공정도에 의해 설명한다.

도1의 (a)에 나타낸 바와 같이 6인치각, 두께 0.24인치의 포토 마스크용 합성 석영 기관(101)상에 아래와 같은 조건으로 원자외선(DUV; 遠紫外線) 노광용 하프톤 위상 시프트 막(102)을 형성하고 DUV노광용 하프톤 위상 시프트 마스크 브랭크(103)을 얻었다.

막형성방법 : DC마그네트론 스퍼터링

타겟 : 금속 크롬

막형성 가스 및 유량 : 아르곤 75sccm + 사불화탄소 25sccm

막형성압력 : 약 4mTorr

전류 : 5암페어

또한, 이 막(102)의 파장 250nm에 있어서의 굴절을 및 소쇠계수(消衰係數)는 각각 1.7 및 0.27이고 따라서, DUV노광용 위상 시프트 막으로서 요구되는 막두께(공기에 대하여 위상을 180° 늦추는 두께)는 약185nm이다. 또한, 위에 설명한 막(102)을 석영 기관(101)상에 약 185nm 막형성했을 때, 그 투과율은 투명기관을 100%로 하였을 때 약 10%이었다.

다음으로, 도1의 (b)에 나타낸 바와 같이 이 브랭크(103)의 상부에 전자선 레지스트(104)를 도포하고 통상의 전자선 리소그래피법에 의해 이를 패터닝하여, 도1의 (c)에 나타낸 바와 같은 레지스트 패턴(105)을 얻었다. 이 레지스트 패턴(105)을 마스크로 하여 표면의 노출된 하프톤 위상 시프트 막(102)을 아래의 조건으로 드라이 에칭했다.

에칭 방법 : 고주파 반응성 이온 에칭

가스 및 유량 : 디클로로메탄 20scm + 산소 50scm

압력 : 약 300 mTorr

전력 : 250 W

상기 에칭완료 후, 레지스트 패턴(105)을 제거하고 도1의 (c)에 나타난 바와 같은 DUV노광용 하프톤 위상 시프트 마스크(106)를 얻었다.

다음으로 차광대를 제작하기 위하여 레이저 조사 장치를 사용하여 도1의 (e)에 나타난 바와 같이 패터닝되어 있는 하프톤 위상 시프트 막의 바깥 둘레의 부호107로 표시된 영역을 조사하고 이 영역(107)의 파장 250nm에 있어서의 투과율을 낮췄다. 또한, 이 레이저 조사 장치는 통상 크롬 마스크의 흑결함(크롬 잔존 결함)을 수정할 때에 사용되는 장치를 개량하여 사용했다. 레이저는 Q스위치를 가지는 Nb : YAG(파장 1.06 μ m)를 사용하여 YAG로드로부터 집광 광학계에 들어가기 바로 직전에 감광기(減光器)를 설치하여 조사량을 크롬 결함을 수정할 때의 노광 강도의 약 1/10이 소정 영역에 조사되도록 설정했다. 또한, 크롬 화합물 하프톤 위상 시프트 막의 손상과 고주파(제2고조파 : 파장 0.53 μ m, 제4고조파 : 파장 0.27 μ m)와의 관계를 조사(調査)했으나 파장이 길어질 정도로 위상 시프트막의 투과율이 상승하게 되므로 고조파를 사용하지 않는 편이 손상을 주지 않는 조건 설정에 유리하다. 또한, 펄스파와 CW파중에는 펄스파 편이 위상 시프트 막에 손상을 주지 않고 투과율을 낮출 수 있다.

그래서, 도4 및 도5에 각각 1.06 μ m의 펄스파 레이저 조사 전후의 하프톤 위상 시프트 막의 X선 광전자 분광법에 의한 분석 결과를 나타냈다. 또한, 도6에 불소에 관한 레이저 조사 전후의 분석 결과를 대비해서 나타냈다. 또한, X선 광전자 분광법에 근거한 레이저조사 전후의 하프톤 위상 시프트 막의 조성 검출 결과를 다음의 표에 나타냈다.

표(단위 : 원자%)

	Cr	F	O	C	N
조사전	25	46	15	11	3
조사후	36	--	64	--	--

도4 내지 도6 및 상기 표에서 레이저조사에 의해 불소 함유량이 감소하고 산소 함유량이 증가하는 것을 알 수 있다.

또한, 도7에 레이저 조사 전후의 하프톤 위상 시프트 막의 분광 투과율 곡선을 나타냈다. 이 도면에서 노광부근의 파장(250nm)에서의 투과율이 레이저조사에 의해 약 0%가 되고 양호한 차광막이 된 것을 알 수 있다.

<실시예2>

아래에 본 발명에 의한 서브 피크의 영향을 저감한 하프톤 위상 시프트 마스크의 실시예를 도2를 참조하여 설명한다.

제1실시예와 동일한 방법으로 작성된 도2의 (a)에 단면을 나타낸 바와 같은 하프톤 위상 시프트 마스크(201)에 있어서 하프톤 위상 시프트 효과를 이용하지 않아도 충분히 해상할 수 있는 하프톤 위상 시프트막 패턴의 주변(202)(도면(b))을 제1 실시예와 동일한 레이저 조사 장치로 조사하여 이 부분의 투과율을 낮췄다. 또한, 이 레이저 조사 장치는 통상 포토 마스크의 결함 수정에 사용하는 것이며, 따라서 조사위치 정밀도, 조사 면적의 제어성 등, 포토 마스크상 임의의 패턴 주변을 조사하여 투과율을 낮추는 데에 충분한 것이다. 본 실시예에서는 투과율을 낮추는 영역을 패턴 단부로부터 약 1 μ m로 했다.

그에 따라, 도2의 (b)에 단면을 나타낸 바와 같이 통상 포토 마스크에서는 해상하기 곤란한 미세한 패턴에서는 하프톤 위상 시프트 효과를 이용하고, 하프톤 위상 시프트 효과를 이용하지 않고 해상할 수 있는 큰 패턴에서는 하프톤 위상 시프트 마스크의 결점인 소위 서브피크를 저감한 하프톤 위상 시프트 마스크를 얻을 수 있다.

<실시예3>

아래에 본 발명에 의한 차광대를 형성하는 별도의 실시예에 대해서 설명한다.

도8은 본 실시예에서 사용하는 차광대 형성 장치의 구성을 도시한다. 도면 중 601은 마스크 홀더이고, 그 위에 하프톤 위상 시프트 마스크(607)를 세트한다. 또한, 이 홀더(601)는 순환하는 냉매(602)에 의해 냉각할 수 있도록 되어 있다. 603은 적외선 히터로 이것에 의해 하프톤 위상 시프트 마스크(607)의 하프톤 위상 시프트 막을 가열한다. 이 때, 차광대로 하지 않은 영역은 적외선 차광 마스크(604)에 의해 적외선을 막도록 되어 있다. 적외선 차광 마스크(604)도 필요에 따라 순환하는 냉매(605)에 의해 냉각할 수 있다. 또한, 적외선 차광 마스크(604)는 지지기둥(606)으로부터 뗄 수 있게 되어 있다. 또한, 적외선 차광 마스크(604)를 교환해서 차광 마스크 형상을 바꿈으로써 차광대 패턴을 임의로 바꿀 수 있다.

아래에 도3을 참조하여 도8의 차광대 형성 장치를 사용하여 차광대를 형성하는 방법을 설명한다. 제1실시예와 동일한 방법으로 작성된 도3의 (a)에 단면을 나타낸 바와 같은 하프톤 위상 시프트 마스크(301)를 도3의 (b)에 나타낸 바와 같이 차광대 형성 장치의 홀더(601)상에 세트한다. 이 때 주위는 대기 상태 그대로 한다. 다음으로 필요한 형상의 적외선 차광 마스크(604)를 지지기둥(606)에 장착하고 적외선 차광 마스크(604)가 하프톤 위상 시프트 마스크(301)의 하프톤 위상 시프트막 표면에 접하지 않는 범위에서 하프톤 위상 시프트 마스크(301) 표면에 근접시킨다. 이어서, 적외선 히터(603)를 점등하고 또한, 마스크 홀더(601) 및 적외선 차광 마스크(604)에 냉각수를 적당량 흘림으로써 적외선 차광 마스크(604)에 의해 막지 못하는 영역의 표면 온도를 약 450°C로, 막을 수 있는 영역의 표면 온도를 약 250°C로 하고, 이 상태를 60분간 유지함으로써 도3의 (c)에 나타낸 바와 같은 소망의 차광대(305)를 얻을 수 있다.

이 방법에 의해 얻어진 차광대는 제1실시예에 나타낸 바와 거의 동일한 것이었다.

다음으로 본 발명에 의한 하프톤 위상 시프트 마스크의 제3실시예에 대해서 설명한다. 이 하프톤 위상 시프트 마스크는 투명 기관상에 적어도 하프톤 위상 시프트 막을 가지는 하프톤 위상 시프트 마스크에 있어서, 일부 영역에 있어서 초미립자 막으로 이루어지는 패턴이 형성되어 있는 것이다. 아래에, 하프톤 위상 시프트 마스크의 전사시 다중 노광부의 감광을 막는 소위 차광대를 형성하는 본 발명의 실시예를 도2의 제조 공정을 나타낸 도면을 참조하여 설명한다.

<실시예4>

도10의 (a)에 나타낸 바와 같이 6인치각, 두께 0.25인치의 포토 마스크용 합성 석영기관(801)상에 아래의 조건으로 원자외선(DUV) 노광용 하프톤 위상 시프트막(802)을 형성하고 DUV노광용 하프톤 위상 시프트 마스크 브랭크(803)를 얻는다.

막형성 방법 : DC마그네트론 스퍼터링

타겟 : 금속 크롬

막형성가스 및 유량 : 아르곤 75sccm + 사불화탄소 25sccm

막형성압력 : 약 4mTorr

전류 : 5 암페어

또한, 이 막(802)의 과장 250nm에 있어서의 굴절율 및 소외계수는 각각 1.7 및 0.27이고 따라서, DUV노광용 위상 시프트막으로서 요구되는 막두께는 약 185nm이다. 또한, 위에 설명한 막(802)을 석영 기관(801)상에 185nm형성했을 때 그 투과율은 투명 기관을 100%로 했을 때, 약 10%이었다.

다음으로, 도10의 (b)에 나타낸 바와 같이 이 브랭크(803) 상에 전자선 레지스트(804)를 도포하고 통상의 전자선 리소그래피법에 의해 이를 패터닝하고, 동일 도면의 (c)에 나타낸 바와 같이 레지스트 패턴(805)을 얻는다. 이 레지스트 패턴(805)을 마스크로 하고 표면의 노출된 하프톤 위상 시프트 막(802)을 아래의 조건에서 드라이에칭한다.

에칭방법 : 고주파반응성 이온에칭

가스 및 유량 : 디클로로메탄 20sccm + 산소 50sccm

압력 : 약 300mTorr

전력 : 250 W

상기의 에칭 완료 후, 레지스트 패턴(805)을 제거하고 도10의 (d)에 나타낸 바와 같이 DUV노광용 하프톤 위상 시프트 마스크(806)를 얻는다.

다음으로 주변부에 소위 차광대를 제작하기 위하여 도9에 나타난 초미립자막 제작 장치를 사용하여 소자 영역 외측부의 실질적으로 하프톤 위상 시프트 효과를 필요로 하지 않는 영역으로서, 스텝 앤드 리피트 노광으로 2중이상으로 노광되는 영역에 도10의 (e)에 나타난 바와 같이 아래와 같이 초미립자막(807)을 형성했다.

초미립자 제작 장치에 있어서, 아래의 조건으로 초미립자 형상의 Fe막(807)을 생성한다. 원료 용기 (708)에 원료가 되는 Fe덩어리를 얹어 진공 펌프(705)에 의해 초미립자 생성실(701)을 진공흡인하고, 이어서 밸브(707)를 열어 초미립자 생성실(701)내의 압력이 약 300Torr가 되도록 헬륨 가스를 도입한다. 동시에, 막형성실(702)은 진공 펌프(706)에 의해 10 mTorr 이하로 진공흡입된다. 다음으로 밸브(704)를 열고, 초미립자 생성실(701)로부터 막형성실(702)로 향하는 가스의 흐름을 만든다. 이 때, 원료 용기(708)에 전류를 흘리고 Fe덩어리가 Fe의 증발 온도의 직상(直上)(약 1550°C)이 되도록 가열함으로써 원료는 소위 가스 중 증착에 의해 초미립자가 되어 가스의 흐름을 타고 막형성실(702)로 운반된다.

본 실시예에서는 초미립자 유송관(703)의 선단부 노즐(701)의 선단직경은 300 μ m로 했다. 이 때, 기관상에 약200 μ m 폭의 초미립자막이 형성된다. 이 조건에서의 막형성 속도는 약 20 μ m/초이고, 상당한 속도이기 때문에 X/Y스테이지(709)에 의해 기관을 고속으로 스캔하여도 충분히 차광성이 높은 초미립자막(807)을 형성할 수 있었다.

이 방법에 의해 형성된 초미립자막은 기관으로의 밀착성이 양호하고 포토 마스크 세정시의 스크라브(Scrub) 세정공정에 의해 박리할 필요는 없다. 또한, 본 실시예에서는 Fe막을 형성했으나 이는 일 예로서 크롬, 금, 동, 주석, 니켈 등 다양한 금속 및 이들 금속 등의 막이 형성 가능하다.

다음으로 본 발명의 위상 시프트 마스크의 제4 내지 제6 실시예를 그 제조 방법에 근거하여 구체적으로 설명한다.

<실시예5>

아래에 본 발명에 의한 i선노광용 위상시프트 마스크의 실시예를 도11 및 도12의 제조 방법을 나타낸 공정도에 따라 설명한다.

우선, 도11의 (a)에 나타난 바와 같이 6인치각, 두께 0.25인치의 포토마스크용 합성석영기관(1101) 상에 아래의 조건으로 막두께 100nm의 크롬 차광막(1102)을 형성한다.

막형성방법 : DC마그네트론 스퍼터링

타겟 : 금속크롬

막형성가스 및 유량 : 아르곤 80sccm + 질소 20sccm

막형성압력 : 약 5 mTorr

전류 : 6 암페어

또한, 이와 같이 하여 막형성한 차광막(1102)의 파장 365nm에 있어서의 투과율은 투명 석영기관(1101)을 100%로 하였을 때 약 0%이었다.

다음으로 도 11의 (b)에 나타난 바와 같이 이 브랭크의 상부에 전자선 레지스트(1103)를 도포하고 통상의 전자선 리소그래피법에 의해 이를 패터닝하여 동일 도면의 (c)에 나타난 바와 같은 레지스트 패턴(1104)을 얻는다. 이 레지스트 패턴(1104)을 마스크로 하여 표면의 노출된 크롬 차광막(1102)을 초산셀륨계의 습식 에칭으로 선택적으로 에칭한다. 또한, 이때의 에칭 시간은 40초였다. 또한 에칭 완료 후에 남은 레지스트 패턴(1104)을 제거하고, 도11의 (d)에 나타난 바와 같은 차광막 패턴(1105)을 얻는다.

이 기관을 충분하게 세정한 후에, 도11의 (e)에 나타난 바와 같이 다시 전자선 레지스트(1106)를 도포하여 통상적 방법인 전자선 리소그래피에 의해 동일 도면의 (f)에 나타난 바와 같이 소자 영역 내부 부분의 크롬 차광막(1105)을 노출시키는 레지스트 패턴(1107)을 얻는다.

이어서, 상술한 습식에칭을 사용하여 위에 설명한 에칭 시간의 75%의 시간 즉, 30초만 노출하고 있는 영역의 크롬 차광막(1105)을 에칭하고 막두께가 작은 영역을 설치한다. 이 막두께가 작은 영역의 크롬 차광막(1105)의 막 두께는 25nm이었다. 그 후, 남은 레지스트를 제거함으로써 도12의 (g)에 나타낸 바와 같은 본 발명의 두께가 다른 2개의 영역을 가지는 차광막(1108)을 얻는다.

다음으로 도12의 (h)에 나타낸 바와 같이, 차광막(1108) 상부에 시판하는 스피온 온 그라스(예를 들면, 동경응화(東京應化) (주) 제작의 OCD)를 두께가 385nm가 되도록 회전 도포하고, 건조 후에 공기 중에서 250℃로 소성하고, 위상 시프트량이 약 180°인 위상 시프트 막(1109)을 얻는다. 이어서 도12의 (i)에 나타낸 바와 같이 위상 스프트막(1109) 상부에 통상의 포토 레지스트(1110)를 도포하고, 레이저빔 패턴 묘화(描畵) 장치를 사용한 리소그래피법에 의해 포토 레지스트(1110) 패턴닝하고, 동일 도면의 (j)에 나타낸 바와 같은 레지스트 패턴(1111)을 마스크로 하여 노출한 위상 시프트 막(1109)을 통상적인 방법의 드라이 에칭법에 의해 선택적으로 애칭하고 그 후, 남은 레지스트 패턴(1111)을 제거하여 도12의 (k)에 나타낸 바와 같은 본 발명 위상 시프트 마스크(1112)를 얻는다.

<실시예6>

다음으로 본 발명에 의한 다른 i선노광용 위상 시프트 마스크의 실시예를 도13의 제조 방법을 나타낸 공정도에 따라 설명한다.

도13의 (a)에 나타낸 바와 같이, 투명 기판(1201)상에 순서대로 아래의 조건 (1), (2)에 따라 2개의 층(1202), (1203)으로 이루어지는 차광막을 형성한다. 또한, 2개의 층(1202), (1203)은 진공 장치로부터 꺼내지 않고 단숨에 형성했다.

조건(1)

막형성 방법 : DC마그네트론 스퍼터링

타겟 : 금속 크롬

막형성가스 및 유량 : 아르곤 95sccm + 사불화탄소 5sccm

막형성압력 : 약 5 mTorr

전류 : 6 암페어

조건 (2)

막형성 방법 : DC마그네트론 스퍼터링

타겟 : 금속 크롬

막형성가스 및 유량 : 아르곤 80sccm + 질소 20sccm

막형성압력 : 약 5 mTorr

전류 : 6 암페어

여기서 제1 층(1202) 약 20nm, 제2 층(1203)은 약 100nm의 두께였다. 다음 으로 도13의 (b)에 나타낸 바와 같이 이 차광막 상에 통상의 전자선 레지스트(1204)를 도포하고 동일 도면의 (c)에 나타낸 바와 같이 통상의 전자선 리소그래피에 의해 이를 패턴닝하여 레지스트 패턴(1205)을 얻는다. 이어서 레지스트 패턴(1205)에서 노출되어 있는 차광막을 아래의 조건에 의해 드라이 애칭한다.

에칭방법: 고주파반응성 이온에칭

가스 및 유량 : 다클로로메탄 50sccm + 산소 20sccm

압력: 약 300mTorr

전력: 250W

또한, 이 드라이에칭은 차광막을 구성하는 2층(1202), (1203)의 양편을 제거할 수 있다. 또한 남은 레지스트를 제거하고, 도 13의 (d)에 나타낸 바와 같은 차광막 패턴(1206)을 얻는다.

다음으로 이 기판을 잘 세정한 후, 도13의 (e)에 나타낸 바와 같이 다시 전자선 레지스트(1207)를 도포하고, 동일 도면의 (f)에 나타낸 바와 같이 소자영역(1208)만 차광막이 노출하도록 이를 패터닝한다. 이어서 초산셀륨계의 습식에칭(예를 들면, 잉크테크사 제작자의 MR-ES)를 사용해서 차광막의 제2 층(1203)을 선택적으로 에칭하고 남은 레지스트를 제거하여 도13의 (g)에 나타낸 바와 같이 본 발명의 차광막 패턴(1209)을 얻는다. 또한, 위에 설명한 조건(1)에서 형성된 제1 층(1202)은 위에 설명한 습식 에칭으로의 용해속도가 지극히 낮고, 실질적으로 에칭되지 않으므로 막(1203)만이 제거되어 막(1202)은 남는다.

아래에 제5 실시예와 동일하게 스핀 온 그라스로 이루어지는 위상 시프트 막을 형성하고 패터닝해서 도13의 (h)에 나타낸 바와 같은 본 발명 위상 시프트 마스크(1210)를 얻는다.

<실시예7>

마지막으로 본 발명에 의한 또 다른 i선 노광용 위상 시프트 마스크의 실시예를 도14의 제조 방법을 나타낸 공정도에 따라 설명한다.

도14의 (a)에 나타낸 바와 같이 6인치각, 두께 0.25인치의 포토 마스크용 합성 석영기판(1301) 상에 아래의 조건으로 막 두께 30nm의 크롬차광막(1302)을 형성한다.

막형성 방법 : DC마그네트론 스퍼터링

타겟 : 금속 크롬

막형성가스 및 유량 : 아르곤 80sccm + 질소 20sccm

막형성압력 : 약 5 mTorr

전류 : 6 암페어

또한, 이와 같이하여 형성한 차광막(1302)의 파장 365nm에 있어서의 투과율은 투명기판(1301)를 100%로 했을 때 약 7%이었다.

다음으로 이 차광막(1302)을 제5 실시예와 동일하게 패터닝하여 도14의 (b)에 나타낸 바와 같은 차광막 패턴(1303)을 얻는다.

이어서, 제5 실시예와 동일하게 차광막 패턴(1303) 상부에 스핀 온 그라스로 이루어지는 시프트막을 막형성하고 패터닝함으로써 도14의 (c)에 나타낸 바와 같은 시프트 패턴(1304)을 얻는다.

이 시프트 패턴(1304)의 상부에 도14의 (d)에 나타낸 바와 같이 통상의 전자선 레지스트(1305)를 전면도포하고, 이를 통상적인 방법에 의해 동일 도면의(e)에 나타낸 바와 같이 소자 영역의 외측부(1306)만 시프트막(1304)이 노출하도록 패터닝한다. 또한, 전자선 레지스트(1305) 위에 설명한 차광막(1302)의 막형성 조건과 동일한 조건으로 도14의 (f)에 나타낸 바와 같이 제2 차광막(1307)을 형성한다. 또한, 이 때에 제2 차광막(1307)의 막두께는 100nm이었다.

마지막으로 레지스트(1305)를 리프트오프(Lift off)하여 소자 영역상의 제2 차광막(1307)을 제거함으로써 도14의 (g)에 나타낸 바와 같은 본 발명 위상 시프트 마스크(1308)을 얻는다.

이상, 본 발명 위상 시프트 마스크를 몇 개의 실시예에 근거하여 설명했는데 본 발명은 이들 실시예에 한정되지 않고 여러 가지 변형이 가능하다.

발명의 효과

이상의 설명에서 명백한 바와 같이 본 발명에 있어서는 하프톤 위상 시프트막중 적어도 1층을 1종류 이상의 금속 원소와 산소, 불소, 탄소, 질소, 염소 중 1종류 이상의 원소와의 화합물을 주성분으로 하는 층으로 구성하고 투과율을 낮추고 싶은 일부의 영역에 있어서, 이 화합물의 산소, 불소, 탄소, 질소, 염소의 함유량을 다른 영역에서의 함유량과 달리하는 것만으로 초미세한 패턴의 형성을 필요로 하지 않고 노광시의 상형성에 악영향을 미치는 광강도의 서브 피크를 억제하고, 또한 소자 영역 외부측의 다중 노광되는 영역에서의 투과율을 낮춘 소위 차광대를 가지는 하프톤 위상 시프트 마스크를 용이하게 얻을 수 있다.

또한, 본 발명의 다른 하프톤 위상 시프트 마스크 및 그 제조 방법에 의하면, 투명 기판상의 일부 영역에 있어서, 초미립자막으로 이루어지는 노광광을 차광하는 패턴을 형성하는 것만으로 초미세한 패턴의 형성을 필요로 하지 않고, 노광시의 상형성에 악영향을 미치는 광강도의 서브 피크를 억제하고, 또한 소자 영역 외측부의 다중 노광되는 영역에서의 투과율을 낮춘 소위 차광대를 가지는 하프톤 위상 시프트 마스크를 용이하게 얻을 수 있다.

또한, 본 발명의 위상 시프트 마스크는 투명 기판상에 제1 패턴을 형성하는 소위 차광막과 이 차광막이 패터닝된 후에 상부에 적어도 적층되는 제2의 패턴을 형성하는 소위 위상 시프트막을 가지는 위상 시프트 마스크이며, 투명 기판상에 상기 차광막의 막두께가 큰 영역과 작은 영역이 존재하거나 또는 상기 차광막이 다수의 층으로 이루어지는 다층막이고, 투명 기판상에 다층막을 구성하는 층수가 많은 영역과 적은 영역이 존재하는 것을 특징으로 하는 것으로 위상 시프트 효과가 요구되는 영역에 있어서는 패터닝된 차광막의 단차에 의해 생기는 위상 시프트막의 막두께 변동을 억제하고, 또한, 충분한 차광율이 요구되는 영역에 있어서는 충분한 차광특성을 나타내는 것이다. 따라서, 상시프터형 위상 시프트 마스크에 있어서, 뛰어난 위상 시프트 효과를 끌어낼 수 있다.

(57) 청구의 범위

청구항 1.

삭제

청구항 2.

삭제

청구항 3.

투명 기판상에 적어도 차광막의 제1패턴과 제1패턴상에 적층된 위상 시프트 막의 제2패턴을 가지는 위상 시프트 마스크에 있어서,

상기 차광막이 다른 재료의 다수의 층으로 이루어지는 다층막으로 이루어지고 상기 투명 기판상에 상기 다층막을 구성하는 층수가 많은 영역과 1층을 포함하는 적은 영역이 존재하는 것을 특징으로 하는 위상 시프트 마스크.

청구항 4.

제3항에 있어서, 상기 차광막의 층수가 많은 영역이 전사시의 다중 노광부에 대응하는 영역을 포함하는 것을 특징으로 하는 위상 시프트 마스크.

청구항 5.

투명 기판상에 적어도 차광막의 제1패턴과 제1패턴상에 적층된 위상 시프트 막의 제2패턴을 가지는 위상 시프트 마스크에 있어서,

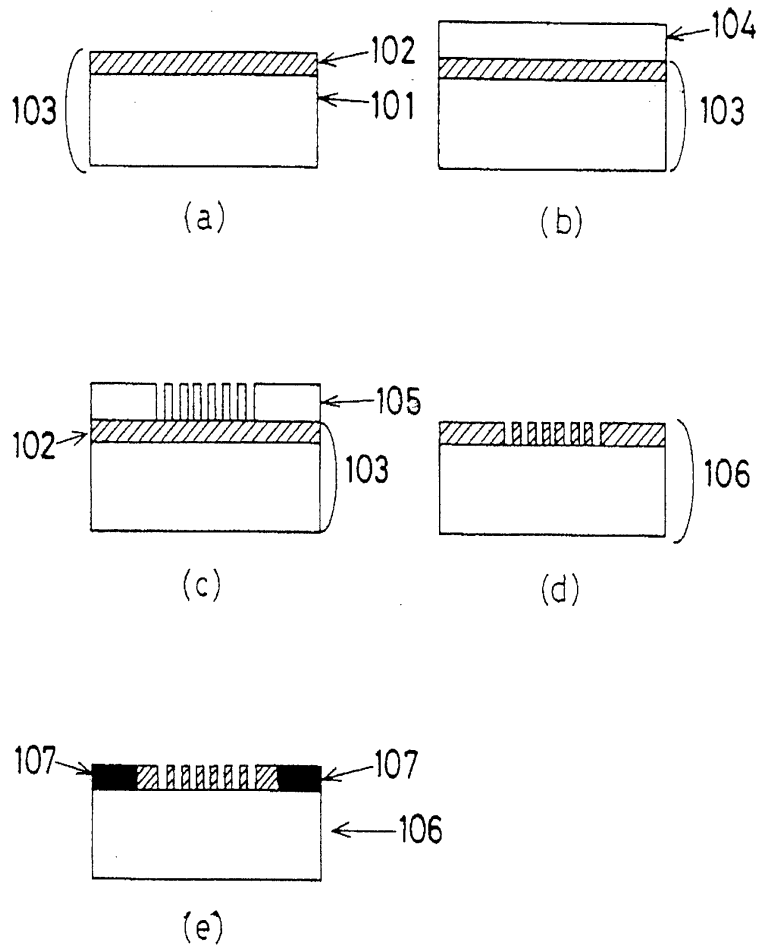
상기 제2패턴상에 차광성의 제3패턴을 가지는 것을 특징으로 하는 위상 시프트 마스크.

청구항 6.

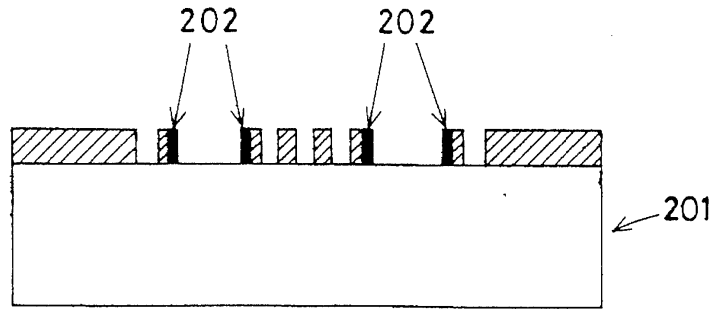
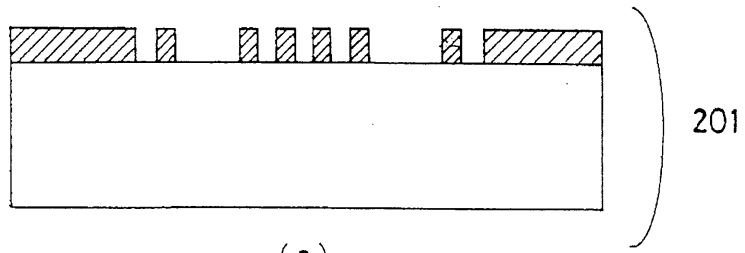
제5항에 있어서, 상기 제3패턴이 형성된 영역이 전사시의 다중노광부에 대응하는 영역을 포함하는 것을 특징으로 하는 위상 시프트 마스크.

도면

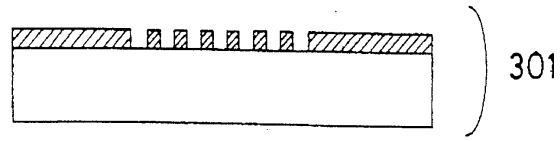
도면1



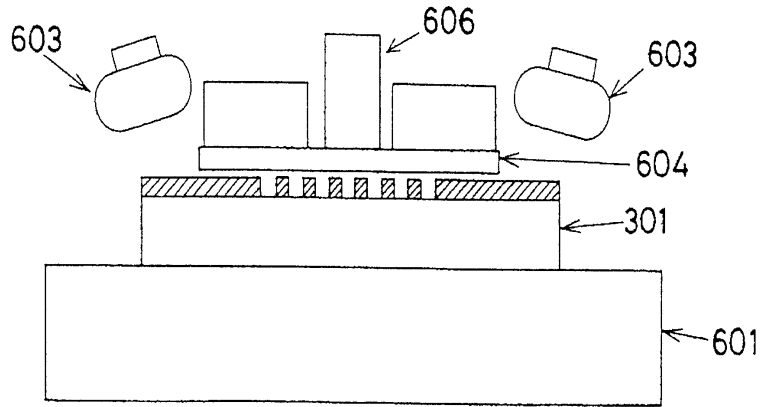
도면2



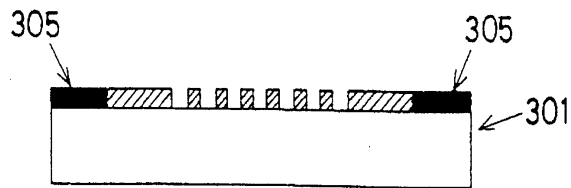
도면3



(a)

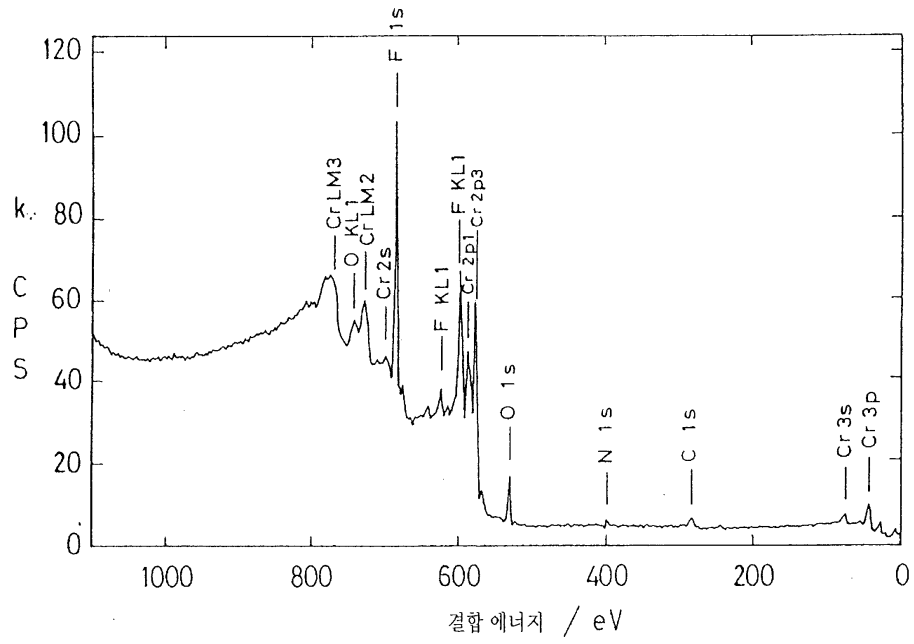


(b)

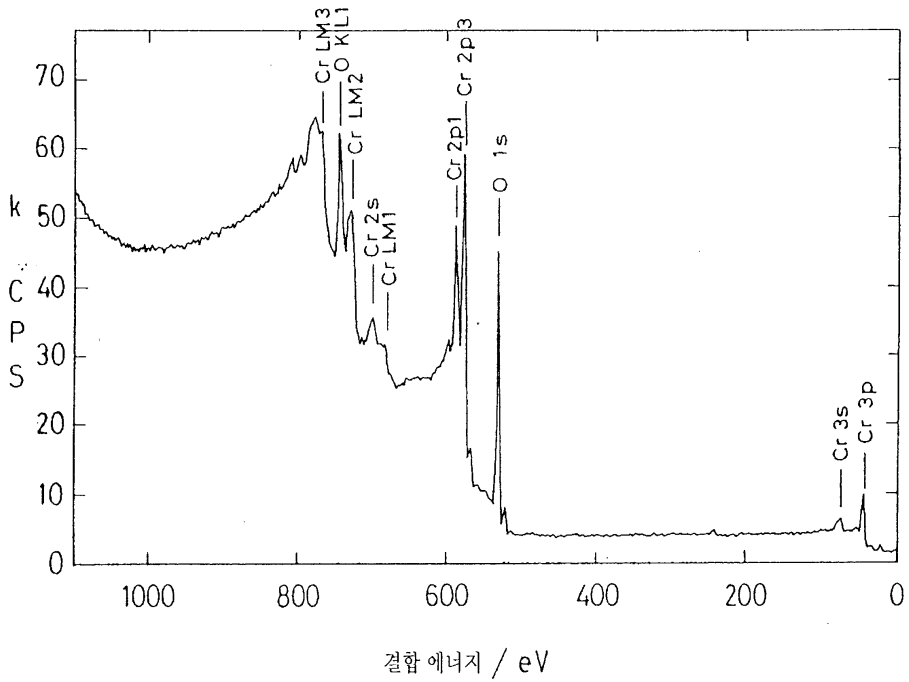


(c)

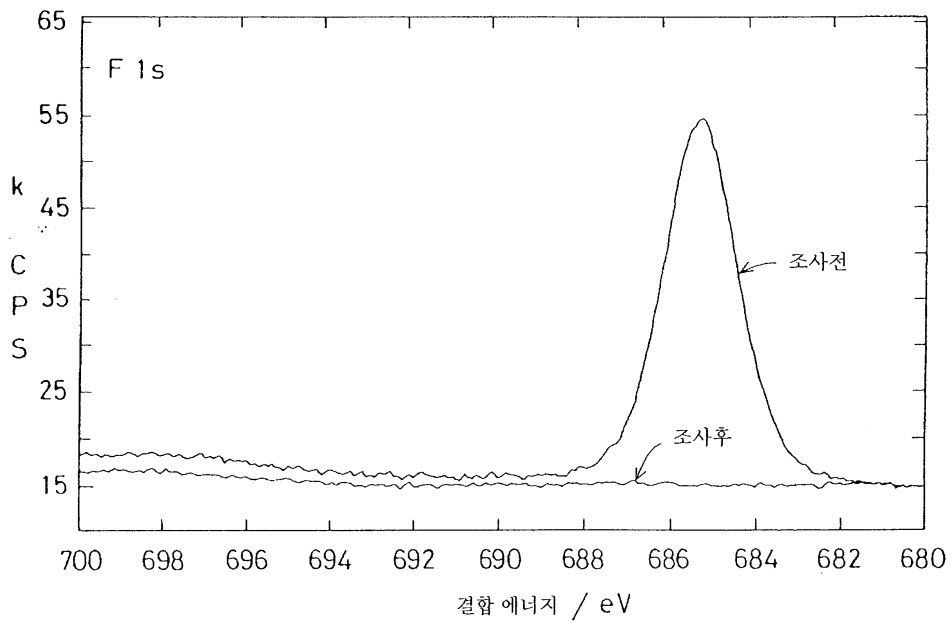
도면4



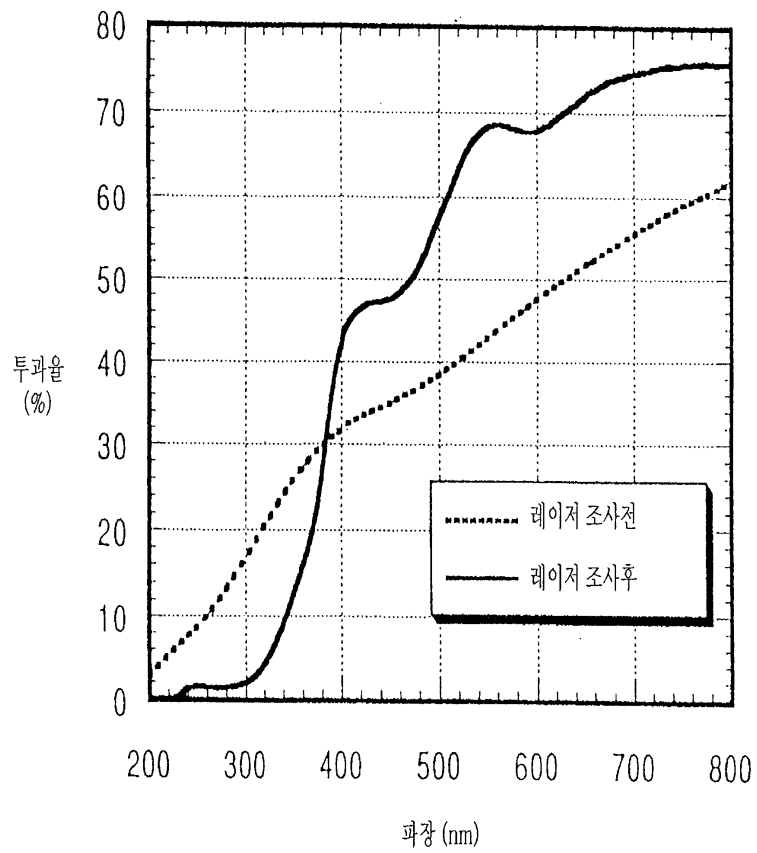
도면5



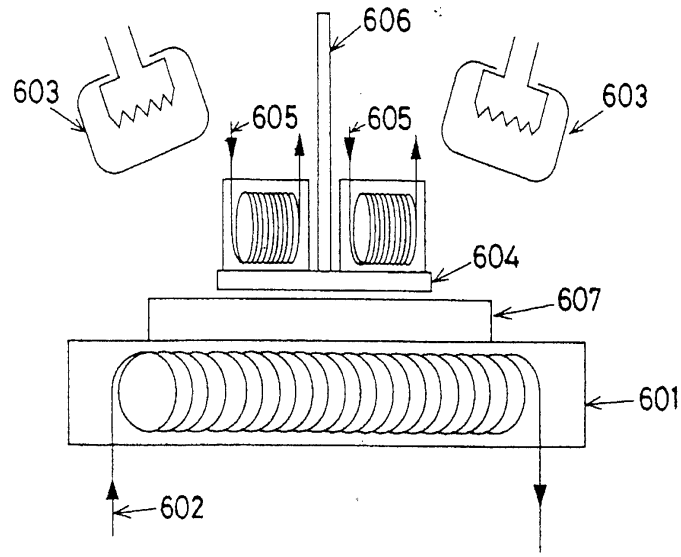
도면6



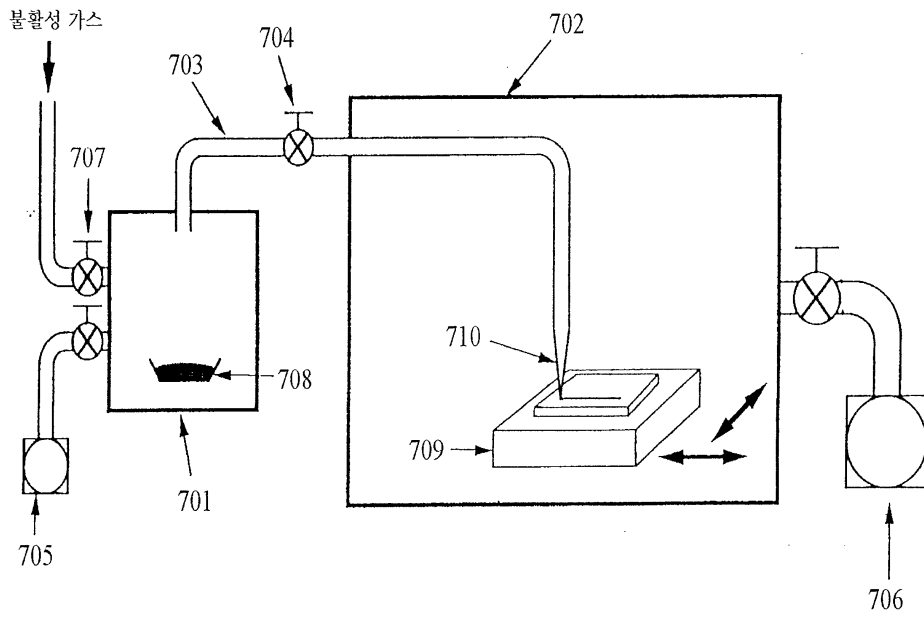
도면7



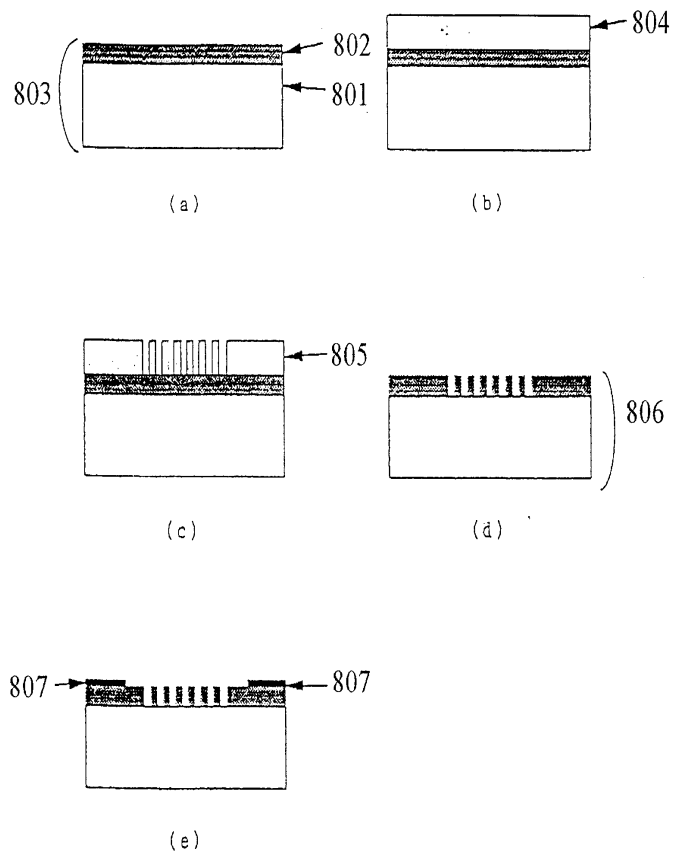
도면8



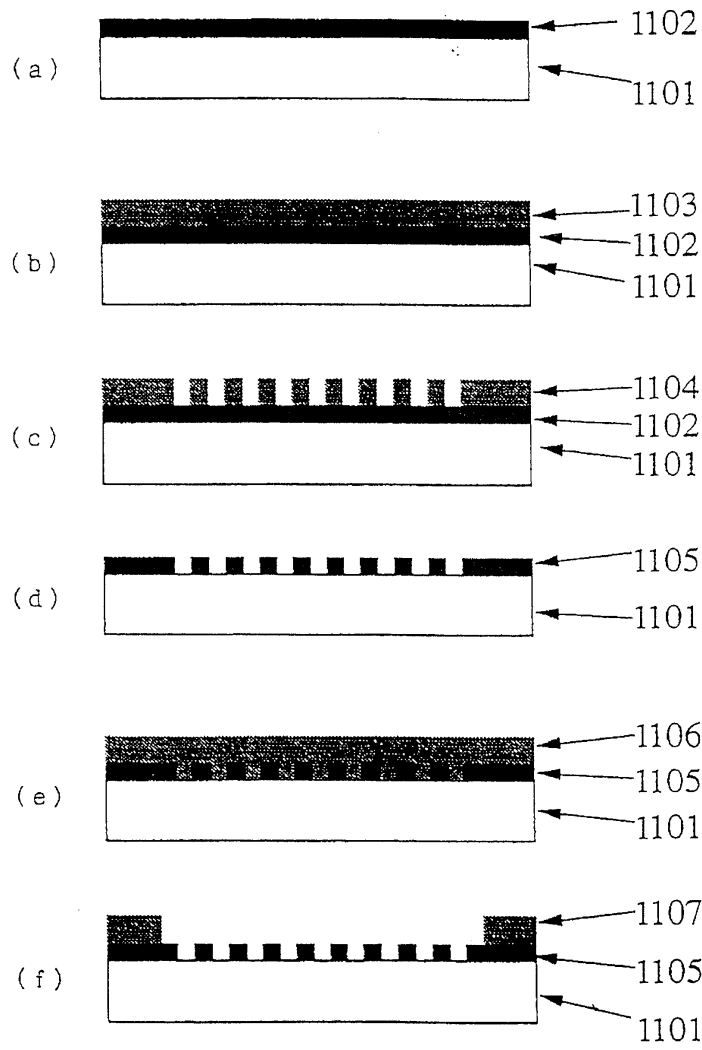
도면9



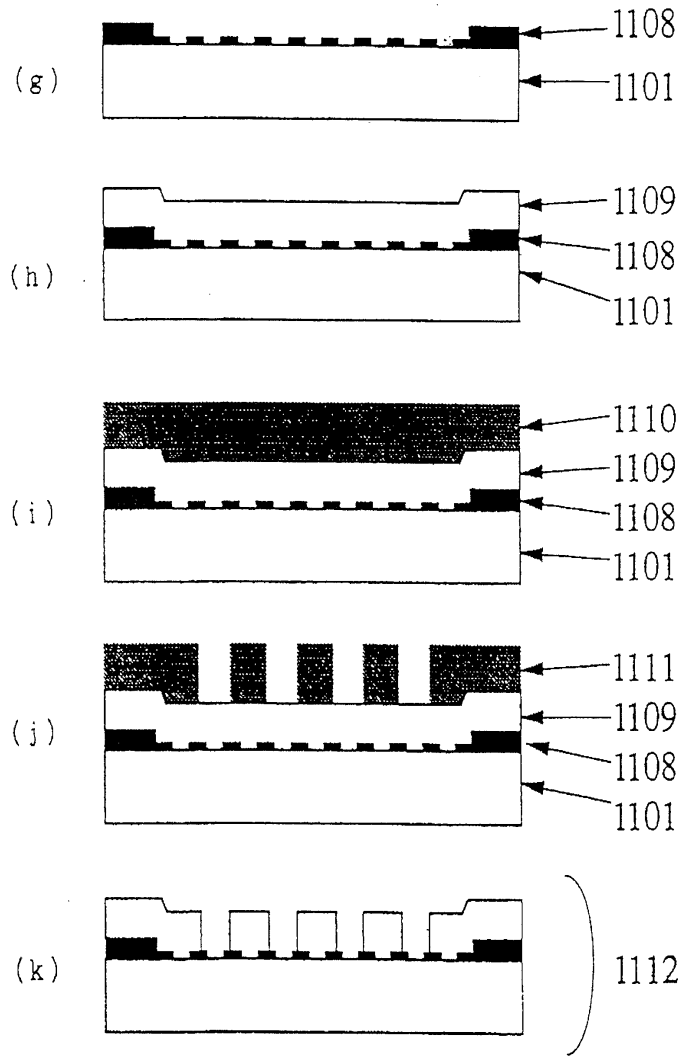
도면10



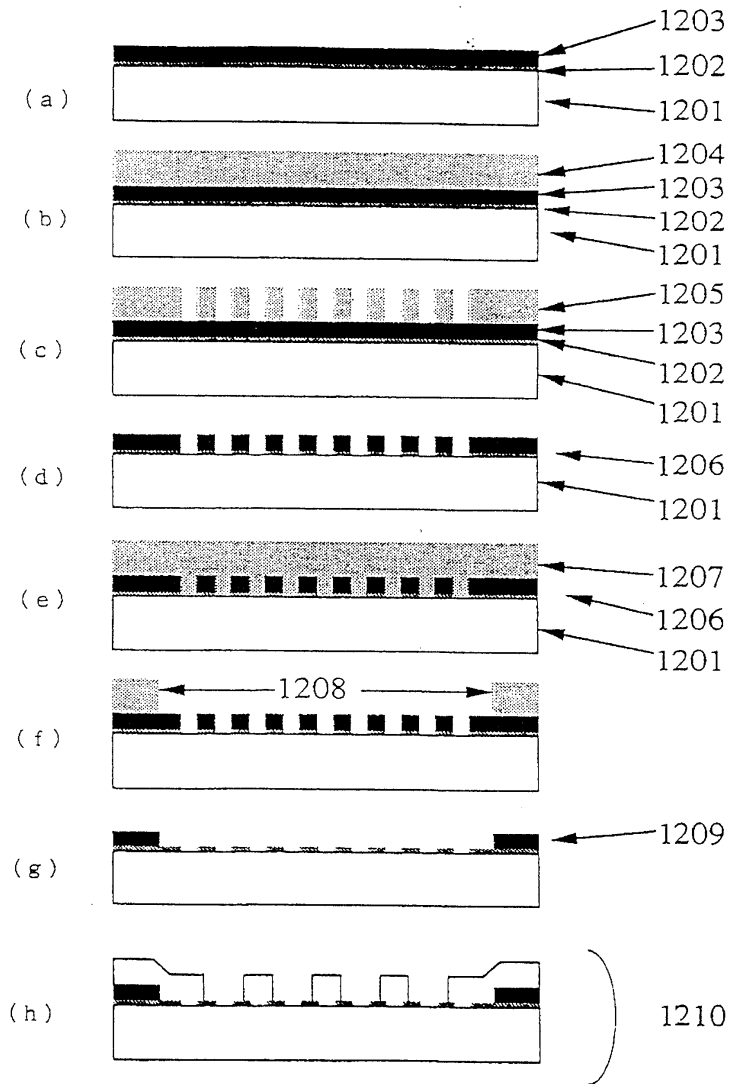
도면11



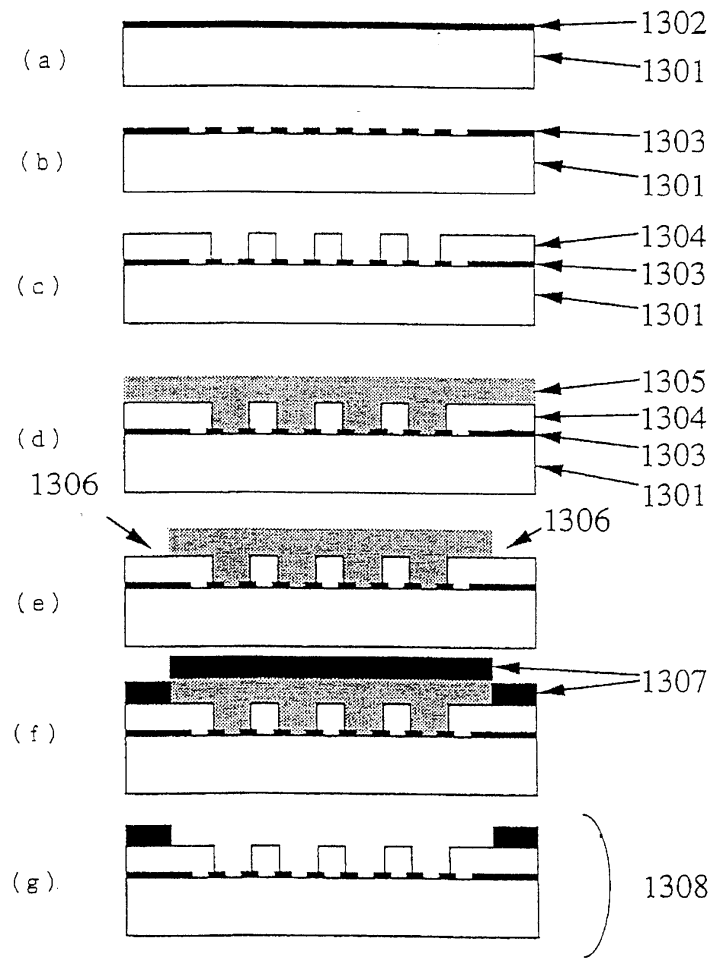
도면12



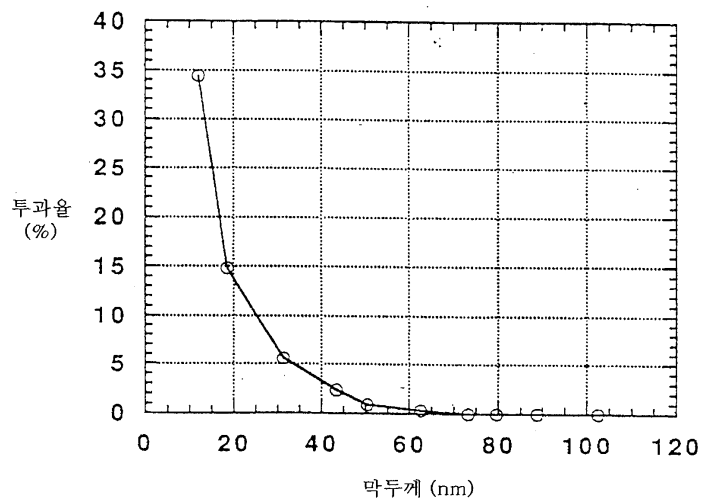
도면13



도면14



도면15



도면16

