

(19) 대한민국특허청(KR)
(12) 등록특허공보(B1)

(51) Int. Cl. ⁶ H01L 21/027 H01L 21/314	(45) 공고일자 (11) 등록번호 (24) 등록일자	2000년12월01일 10-0268292 2000년07월12일
(21) 출원번호 (22) 출원일자 (30) 우선권주장	10-1997-0023549 1997년06월09일 8/715,287 1996년09월16일 미국(US)	(65) 공개번호 (43) 공개일자 특1998-0024047 1998년07월06일
(73) 특허권자	인터내셔널 비지네스 머신즈 코포레이션 미국 10504 뉴욕주 아몬크	포만 제프리 엘
(72) 발명자	해케이 마크 씨 미국 버몬트주 05468 밀턴 잭슨 로드 64 홀름스 스티븐 제이 미국 버몬트주 05468 밀턴 롤린 데이비노 로드 #9 호라크 데이비드 브이 미국 버몬트주 05452 에섹스 정션 브리아 라인 47 카트나니 아매드 디 미국 뉴욕주 12603 포우킵시 올드 팜스 로드 24 파텔 니란잔 엠 미국 뉴욕주 12590 웨핑거스 폴스 카나비 스트리트 16에이 라비독스 폴 에이 미국 버몬트주 05404 위누스키 디온 스트리트 95	
(74) 대리인	김창세, 장성구	

심사관 : 김승조

(54) **혼성포토레지스트조성물과그제조방법상기조성물을이용한집적회로칩의제조방법및이방법에의해제조된집적회로칩**

요약

네가티브 톤과 포지티브 톤 반응 둘 다를 갖고, 중간량의 복사 에너지에 노출된 회절 영역에서 여백을 형성하는 포토레지스트 조성물이 개시되어 있다. 상기 레지스트 물질은 도우넛 모양을 인쇄하기 위해 사용될 수 있거나, 제 2 마스크(masking) 단계가 적용되어 라인을 인쇄할 수 있다. 또한, 레티클(reticle)에서 그레이-등급 필터를 사용하여 보다 크거나 작은 구조물이 수득될 수 있어 보다 큰 영역의 중간 노출 영역을 생성한다.

대표도

도1

명세서

도면의 간단한 설명

본 발명의 바람직한 예시적인 실시태양은 이후 첨부된 도면과 연관되어 설명될 것이고, 도면들에서 동일 부호는 동일 요소를 나타낸다.

도 1은 본 발명의 용도의 개략도이다.

도 2는 다양한 노출 에너지에서 표준 네가티브 레지스트의 제형의 초점(μm)에 대해 도시된 라인 폭(nm)의 그래프이다.

도 3은 다양한 노출 에너지에서 본 발명의 혼성 레지스트의 초점(μm)에 대해 도시된 혼성 패턴의 네가티브 톤 라인의 라인 폭(μm)의 그래프이다.

도 4는 본 발명의 혼성 레지스트에 혼입된 포지티브 톤 용해도 억제제(MOP)의 양에 대해 도시된 라인 폭(nm)을 나타내는 그래프이다.

도 5는 표준 레지스트 제형과 본 발명의 혼성 레지스트 제형을 사용시의 라인 폭에 대한 초점 범위를 비교하는 모델이다.

도 6은 셀 영역과 장치의 발생(generation) 사이의 관계를 나타내는 그래프이다.

도 7은 본 발명의 혼성 레지스트가 비트라인(bitline)을 형성하기 위해 사용될 수 있는 6 스퀘어 셀에 대한 샘플 배치도를 나타내는 칼라 개략도이다.

도 8은 본 발명의 혼성 레지스트가 장치를 형성하기 위해 사용될 수 있는 4 스퀘어 셀에 대한 샘플 배치도를 나타내는 칼라 개략도이다.

도 9는 본 발명의 혼성 레지스트의 제형을 사용하여 노출량(mJ)의 함수로서 용해 속도(nm/sec)를 나타내는 그래프이다.

도 10은 본 발명의 혼성 레지스트의 제형을 사용하여 형성된 라인과 여백의 주사 전자 현미경도이다.

도 11은 본 발명의 혼성 레지스트의 제형을 사용하여 크롬 여백의 함수로서, 생성된 라인과 여백 폭을 나타내는 그래프이다.

도 12는 노출량(mJ)의 함수로서 혼성 레지스트의 다른 대안적인 제형의 용해 속도(nm/sec)를 나타내는 그래프이다.

도 13은 본 발명의 혼성 레지스트의 제형을 사용하여 MOP 적재량의 함수로서 여백 폭(μm)의 편차를 나타내는 그래프이다.

도 14는 노출된(네가티브) 라인, 미노출된(포지티브) 라인과 여백 폭이 노출량의 함수로서 도시된, 본 발명의 혼성 레지스트의 제형의 반응에 대한 그래프이다.

도 15는 본 발명의 실시예 2에 기술된 바와 같은 혼성 레지스트 제형에 의해 0.5 수치 구경(numerical aperture: NA) 원자외선(deep ultra violet: DUV) 노출 장비상에 인쇄된 0.18 μm 레지스트 라인과 여백의 주사 전자 현미경도이다.

발명의 상세한 설명

발명의 목적

발명이 속하는 기술분야 및 그 분야의 종래기술

1. 기술적 배경

본 발명은 일반적으로 집적 회로(IC) 칩의 제작에 관한 것이고, 보다 상세하게, 포지티브 톤과 네가티브 톤 속성 둘 다를 포함하는 포토레지스트 물질에 관한 것이다.

2. 배경 기술

반도체 장치의 제작은 장치 기판의 표면에 컴퓨터 보조 디자인(CAD)에 의해 형성한 패턴을 정확히 복제할 수 있느냐에 따라 좌우된다. 전형적으로 복제 공정은 다양한 식각과 침적 공정에 의해 수행되는 리소그래피(lithography) 공정을 사용하여 실행한다.

리소그래피 공정의 한 유형인 포토리소그래피는 반도체 장치, 집적 광학기, 포토마스크 등의 제작에 사용된다. 이러한 공정은 포토레지스트 또는 단순히 레지스트로 공지되어 있는, 빛에 노출될 경우 반응하는 물질의 층을 적용하고, 선택적으로 포토레지스트의 일부를 빛 또는 다른 이온화 방사선, 즉 자외선, 전자빔, X-선 등에 노출시켜 물질의 일부분의 용해도를 변화시키고, 레지스트를 테트라메틸암모늄 하이드록사이드(TMAH) 등의 염기성 현상 용액으로 세척함으로써 이를 현상하여, 층 중에서 미조사된 부분(네가티브 레지스트의 경우) 또는 조사된 부분(포지티브 레지스트의 경우)을 제거하는 것을 기본적으로 포함한다.

통상의 포지티브와 네가티브 톤 포토레지스트는 레지스트가 다양한 준위의 화학 방사선에 노출될 경우 제 1 용해 속도로부터 제 2 용해 속도로의 단일 전이가 존재하는 용해 곡선을 갖는 것을 특징으로 한다. 포지티브 레지스트의 경우, 초기에 미노출된 레지스트는 현상액에 불용성인 반면, 노출된 레지스트는 노출량이 한계치를 초과하여 증가하면 보다 가용성이 된다. 네가티브 레지스트의 경우, 초기에 미노출된 레지스트가 현상액에 가용성이고 노출된 영역이 불용성이 된다는 것을 제외하고 유사한 행태가 관찰된다. 노출된 레지스트 영역과 미노출된 레지스트 영역간의 이러한 상이한 용해도에 의해, 레지스트 필름에 패턴을 형성할 수 있다. 상기 패턴은 집적 회로 장치를 형성하기 위해 사용될 수 있고, 이는 현재 이들 장치의 제작시 중요한 성분이다.

이상적 상황에서는, 노출 장비는 방사선이 투명한 마스크 영역에 있는 레지스트 물질만을 조사하도록 하고, 이에 따라 라인과 여백에 대해 첨예한 테두리(edge)가 제공된다. 그러나, 회절 패턴은 투명한 영역의 테두리에 형성되어 이들 영역에서 레지스트가 부분적으로 노출된다. 예를 들면, 1986년 2월 4일자로 바다미(Badami) 등에게 허여되고 본 발명의 양수인에 양도된 미국 특허 제 4,568,631호 등에 상기 현상에 대한 장점이 나타나 있고, 이 특허는 빛의 강도가 회절 효과에 의해 감소된 영역에서만 얇은 레지스트 라인을 생성하기 위해 포지티브 레지스트와 상 역전용 부가제를 사용함을 개시한다. 그러나, 이 과정은 통상적인 포지티브와 네가티브 톤 용해 반응을 갖는 레지스트를 사용하고, 레티클 상의 테두리로부터 레지스트 상을 형성하기 위해 두가지 개별적인 노출과 현상 작업이 요구된다.

보다 높은 수준의 집적화가 산업 분야에 요구됨에 따라, 주어진 영역에서 보다 많은 수의 라인과 여백에 대한 요구가 매우 증가되어 왔다. 이에 따라, 연구의 주요 주제는 회로 패턴의 가공(架空) 상을 향상시키기 위해 노출 장비와 레티클 시스템을 개선하는 것이었다. 집적 회로의 패턴 밀도를 개선시키기 위해, 예를 들면 상 전이 레티클, 보다 짧은 파장의 노출 장비, 보다 높은 수치 구경 노출 장비와 선택적 조명 시스템을 갖는 장비가 지속적으로 개발되고 있다. 높은 비용, 불량한 수율과 검사와 수리의 어려움에 의해 상 전이 레티클은 일반적으로 사용이 용이하지 않다. 노출 장비 고안과 구성의 복잡성에 의해, 보다 높은 수치 구경과 보다 짧은 파장의 노출 시스템을 제작하는 것은 매우 비경제적이다.

또다른 활동 영역에서는, 포토레지스트의 콘트라스트(contrast)를 개선하기 위해 노력하였다. 그러나, 포토레지스트의 작동에 대한 기본 기작은 변하지 않고 있는 바, 즉 레지스트는 포지티브 또는 네가티브 톤 시스템으로서 작동한다. 따라서, 신규한 장비와 레티클을 개발하지 않고도 통상의 광학 리소그래프를 보다 적은 크기의 구조물에까지 적용할 수 있도록, 레지스트 반응의 신규한 기작을 고안하는 것이 바람직하다. 또한, 이들 신규한 장비와 레티클이 마침내 개발되고 충족됨에 따라, 이들 신규한 레지스트에 의한 접근 방법은 리소그래피 수용력이 추가로 확장하는데 적용가능하게 될 것이다.

발명이 이루고자 하는 기술적 과제

현재, 고성능 장치의 경우 레티클상의 상 크기를 조절하고 웨이퍼의 한 배치에서 다음 배치까지의 상 크기를 조절하는 것이 생물 상의 상 크기 편차에 대해 가장 크게 기여한다. 고성능 장치에서 침 수율은 침을 가로지르는 상 패턴의 균일성과 상 패턴을 정확한 치수로 중심을 맞추는 것에 따라 크게 좌우된다. 이들 제한 사항은 현재 레티클, 광학기, x-선, 근접 전자빔 등을 사용하는 리소그래피 패턴의 모든 유형에 존재한다. 레티클을 가로지르는 상 균일성은 특히 1x 마스크를 사용하는 리소그래피 기법(예: x-선과 근접 전자빔 리소그래피)에서 특히 문제가 된다. 따라서, 레티클상의 상 크기 조절과 무관하게, 상 크기에 대한 정확한 상 조절을 허용하는 포토레지스트 물질을 제공하는 것이 바람직하다.

발명의 구성 및 작용

따라서, 본 발명은 노출에 대해 포지티브 톤과 네가티브 톤 반응을 동시에 갖는 포토레지스트 물질을 제공한다. 물질의 상기 조합은 레지스트의 신규한 유형을 제공할 수 있고, 본 발명자들은 이를 혼성(hybrid) 레지스트로 지칭한다.

혼성 레지스트가 화학 방사선에 노출될 경우, 고강도 방사선에 노출된 영역은 네가티브 톤 라인 상을 형성한다. 미노출된 영역은 현상액에 불용성이므로 포지티브 톤 라인 패턴을 형성한다. 중간량의 강도에 노출된 영역, 예를 들면 회절 효과가 강도를 감소시키는 가공 상의 테두리는 현상 동안 레지스트 필름에 여백을 형성한다. 이러한 레지스트 반응은 본 발명의 레지스트가 가지는 독특한 용해 속도 특성이고, 여기서 미노출된 레지스트는 현상되지 않고, 부분적으로 노출된 레지스트는 고속으로 현상되고, 매우 노출된 레지스트는 현상되지 않는다.

따라서, 혼성 포토레지스트의 독특한 용해 속도 반응에 의해 단일 가공 상이 통상의 레지스트에 의한 것처럼 단일 라인 또는 여백으로서가 아닌 여백/라인/여백의 조합으로 인쇄되도록 허용하는 것은 본 발명이 가지는 특징이다. '빈도를 2배로 하는' 상기 레지스트의 능력은 통상의 노출 시스템을 보다 높은 패턴 밀도에 적용할 수 있도록 허용한다. 본 발명의 한 이점의 예는 $0.2\mu\text{m}$ 이하의 라인과 여백이 $0.35\mu\text{m}$ 해상도에서 작동하도록 고안된 통상의 원자외선(DUV) 리소그래피 장비에 의해 인쇄될 수 있다는 것이다.

혼성 레지스트의 상기 유형의 다른 이점은, 노출량과 레티클 상 크기가 변화하여도 여백 폭이 일반적으로 변화되지 않는다는 것이다. 이로써 하나의 웨이퍼 또는 배치(batch)가 다른 웨이퍼에 있는 칩이라도 각각의 칩 내의 여백 폭에 대한 매우 정밀한 상 조절이 가능하다는 것이다.

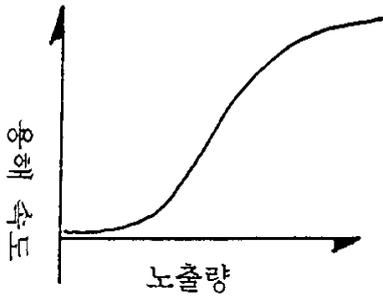
본 발명의 또다른 이점은 혼성 레지스트가 가지는 빈도를 2배로 하는 능력으로 인해 최소 레티클 구조물 크기가 완화된다는 것이다. 예를 들면 통상적 레지스트를 사용한다면 $0.2\mu\text{m}$ 크기의 구조물을 인쇄하기 위해서는 일반적으로 $0.2\mu\text{m}$ 크기의 레티클 상이 요구된다. 그러나 혼성 레지스트를 사용할 경우, $0.2\mu\text{m}$ 여백은 레티클 구조물의 단일 테두리에 의해 형성될 수 있는데, 예를 들면 $0.5\mu\text{m}$ 레티클 개구는 두개의 $0.2\mu\text{m}$ 여백과 하나의 $0.2\mu\text{m}$ 라인을 생성시킬 수 있었다. 이러한 방식으로, '감소' x-선 또는 전자빔 리소그래피가 달성될 수 있을 것이고, 레티클 상 피치(pitch)는 기판상에 인쇄된 피치의 대략 2배일 수 있다. 이는 또한 광학적 레티클의 상 크기 요건을 완화시켜 비용을 줄이고 레티클의 수율을 개선시키는 추가의 이점을 갖는다.

본 발명의 이점의 하나는 $0.2\mu\text{m}$ 이하의 라인과 여백이 현행 장비를 고치지 않고 달성될 수 있는 것이다.

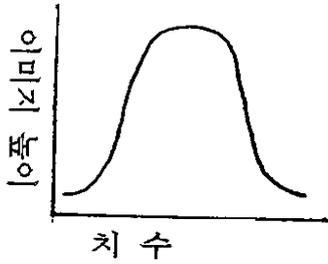
본 발명의 추가의 이점은 노출량과 레티클 크기가 변화할 때 여백 폭이 일반적으로 변화하지 않고, 이로써 여백 폭의 조절에 대한 보다 큰 공정 관용도가 허용되는 것이다. 본 발명의 혼성 레지스트를 사용함으로써, 레티클상의 상 치수에 대한 오차는 기판상에 인쇄된 여백 폭에서 재현되지 않는다. 그 결과, 침을 가로지르는 여백 폭의 편차가 최소화된다. 이는 광학, x-선과 전자빔 노출 방법에 유용하다. 특히 1x 레티클, 즉 일반적으로 기판상에 인쇄된 상과 1 대 1 관계를 갖는 레티클이 요구되는 리소그래피 기법에 유용한데, 이는 레티클상의 상 크기의 편차가 일반적으로 기판상에서 다시 발생하기 때문이다.

본 발명의 상술된 특징과 이점, 및 그 이외의 특징과 이점은 본 발명의 보다 바람직한 양태에 대한 하기의 보다 상세한 설명에 의해 명백해질 것이다.

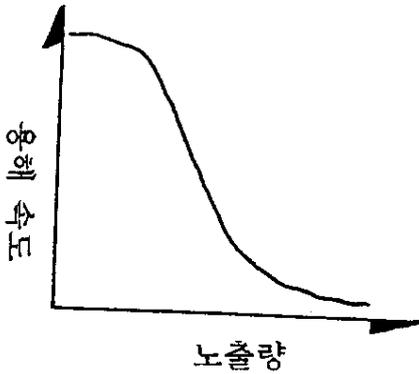
본 발명은 노출에 대한 포지티브 톤과 네가티브 톤 반응 둘 다를 동시에 갖는 포토레지스트 물질을 제공한다. 포지티브 톤 반응은 보다 낮은 노출량에서 우세한 반면, 네가티브 반응은 보다 높은 노출량에서 우세하다. 이러한 레지스트의 노출은 여백/라인/여백 조합을 산출하는 반면, 통상의 레지스트는 어느 형이든지 단지 단일 구조물을 생산한다. 하기 그래프에 나타낸 바와 같이, 포지티브 레지스트는 노출량이 증가함에 따라 용해도가 증가한다.



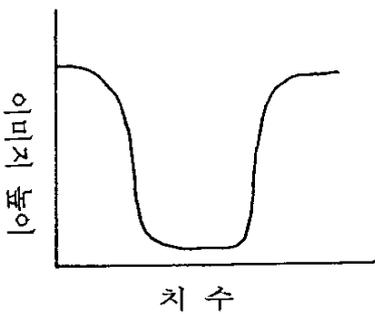
이는 인쇄될 경우 하기와 같이 보이는 라인 패턴이 나타난다.



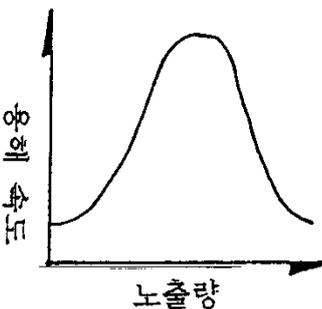
한편, 네가티브 레지스트 시스템에서, 노출된 영역은 하기 그래프에 나타난 바와 같이 노출량이 증가함에 따라 용해도가 감소하게 된다.



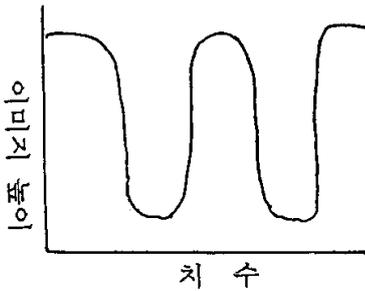
이는 레티클 라인 패턴으로 인쇄될 경우 하기와 같은 라인 여백 패턴이 나타난다:



UV 광원의 혼성 레지스트의 경우, 포지티브 톤 반응은 회절 효과가 노출 강도를 감소시키는 영역, 예를 들면 레티클 상의 테두리 부근의 영역에서 용해도의 감소를 일으킨다. 노출량이 증가할 때, 네가티브 톤 반응이 우세하여 보다 많이 노출된 영역에서 용해도가 감소한다. 노출량의 함수로서의 레지스트 용해도의 결과 그래프는 하기와 같다.



이 경우 기판상에 레티클 라인 패턴을 인쇄하면 하기 여백/라인/여백 패턴이 나타난다.



이러한 방식으로, 가공 상은 표준 레지스트에 의해 수득될 수 있는 구조물의 수를 2배로 하는 '2배로된 빈도'로 된다. 도 1은 포지티브 레지스트, 네가티브 레지스트와 혼성 레지스트 사이의 이러한 현저한 차이를 예시한다.

빈도 2배의 혼성 레지스트는 전형적으로 현존하는 포지티브와 네가티브 톤 레지스트의 성분을 사용하여 제형화된다. 이는, 예를 들면 산-감수성 용해도 억제 작용기, 가교-결합제, 광산 발생기(photoacid generator), 임의로 염기 첨가제와 감광제에 의해 부분적으로 개질된 폴리(하이드록시스티렌) 수지를 포함한다.

레지스트 제형은 최적 결과를 위해 신속한 포지티브 톤 반응과 느린 네가티브 톤 반응을 수득하도록 변화시킬 수 있다. 또한, 포지티브 톤 성분은 후노출 베이킹(post expose bake) 온도에 비교적 불감성도도록 선택하고, 네가티브 톤 부분은 후노출 베이킹 온도에 보다 감수성이 되도록 선택할 수도 있다. 이러한 방식으로, 포지티브와 네가티브 반응의 상대적 감수성은 베이킹 온도에 의해 변형되어 목적하는 상 결과를 제공할 수 있다.

추가로, 레지스트 제형은 상이한 치수의 여백 폭을 제공하기 위해 변형될 수 있다. 예를 들면, 폴리(하이드록시스티렌) 수지상에 용해도 억제제의 양을 증가시킴에 따라 인쇄된 여백 폭은 보다 작아진다(도 13). 이러한 시도는 네가티브 톤 라인의 등초점 인쇄 바이어스를 변화시키기 위해 사용될 수 있는데, 포지티브 톤 용해도 억제제 농도가 높을수록 네가티브 톤 라인의 등초점 인쇄 바이어스가 증가한다(도 4). 이는 인쇄된 네가티브 톤 라인의 크기를 감소시키고, 레지스트의 빈도 2배의 특성을 최적화시키는데 바람직하다.

혼성 레지스트의 포지티브와 네가티브 톤 기능의 상대적 반응은 또한 노출 조건을 개질시켜 변형될 수 있다. 예를 들면, 혼성 레지스트의 네가티브 톤 라인은, 통상적 레지스트의 행태와 유사하게, 노출량과 레티클 치수에 따라 달라진다. 따라서, 예를 들면 노출량이 증가할 때 네가티브 톤 라인의 폭이 감소하고 여백은 동일 크기로 남아있지만, 여백은 네가티브 라인에 인접하여 위치되기 때문에 기판상의 새로운 위치로 전이된다. 유사하게, 포지티브 톤 라인은 노출량 또는 레티클 치수가 바뀔 때 따라 크기가 변형될 수 있다.

또다른 예로서, 두개의 레티클을 사용하여 두가지 별개의 패턴을 레지스트에 인쇄할 수 있다. 하나의 레티클을 높은 용량으로 노출시켜 혼성 작용이 레지스트에 표현될 수 있도록 한다. 또다른 레티클은 동일한 레지스트 필름에 보다 낮은 용량으로 노출되어 포지티브 톤 기능만이 레지스트의 상기 부분에 표현될 수 있도록 한다. 예를 들면 레티클이 보다 낮은 노출량이 요구되는 영역에서 화학 방사선의 부분적 필터를 함유할 경우, 이 효과는 단일 노출 공정에 의해 달성될 수 있다. 이는 보다 넓은 여백이 좁은 구조물과 동시에 인쇄될 수 있도록 허용하고, 이는 일부 장치 적용할때 필수적이다.

상기 2단계 상 접근 방법을 변형하면, 표준 네가티브 톤 패턴을 생성하기 위해 혼성 레지스트를 사용할 수 있다. 레지스트 필름을 표준 네가티브 톤 레티클에 의해 상-방향으로 노출시키고, 베이킹시켜 혼성 상을 형성하고, 이어서 화학 방사선에 의해 블랭킷(blanket) 노출시키고, 제 2 후노출 베이킹 공정없이 현상될 경우 표준 네가티브 톤 상이 나타난다. 이러한 접근 방법이 요구되는 응용 분야가 있는데, 예를 들면 게이트 전도체 회로의 형성 같은 것이 있는데, 여기서는 매우 작은 라인이 인쇄될 필요가 있지만 고밀도의 상 피치가 필요하지는 않다. 상기 방법에 대한 대안으로서, 상 방향 노출 후 베이킹 단계 전에 저용량의 화학선 에너지로 레지스트를 블랭킷 노출시킬 수 있다. 이 방법의 적합성은 용해도 억제 보호기가 수지상에 존재하는지의 여부와 포지티브 톤 반응이 온도에 의존하는지의 여부에 따라 좌우된다.

그 같은 응용에서 혼성 레지스트를 사용하는 이점은 혼성 레지스트의 네가티브 톤 라인이 도 3에 도시된 바와 같이 이의 등초점에서 큰 인쇄 바이어스를 나타낼 수 있다는 것이다. 다르게 말하면, 혼성 네가티브 톤 라인에 대한 가장 큰 공정 관용도에서, 레지스트 상 크기는 실질적으로 레티클 상 크기에 비해 작을 수 있다. 이는 가공 상이 보다 큰 레티클 크기에서 회절 효과에 의해 덜 손상되고, 이에 따라 도 2에 도시된 바와 같이 통상의 포지티브와 네가티브 톤 시스템에 의해 달성될 수 있는 것보다 큰 초점 깊이가 수득될 수 있으므로 바람직하다. 상기 인쇄 바이어스는 크롬 라인의 테두리가 여백으로서 인쇄된다는 사실의 결과이다. 사실, 여백은 가공 상의 테두리를 '정돈(trim)'하는 작용을 하여, 통상의 네가티브 레지스트에 비해 네가티브 라인을 보다 적게 인쇄한다. 이는 혼성 레지스트의 빈도 2배 특성을 보여주는 것이다.

네가티브 톤 라인의 인쇄 바이어스를 최적화하도록 레지스트 제형을 고안할 수 있다. 예를 들면, 포지티브 톤 용해도 억제제에 대한 적합한 적재 인자를 선택함으로써 도 4에 도시된 바와 같이 특별한 인쇄 바이어스를 수득할 수 있다. 이론적으로, 다른 성분의 농도와 반응성을 적절히 변화시켜 포토레지스트에 유사한 변화를 줄 수 있다는 것도 명백하다.

예를 들면, 우리는 DUV 0.5 NA 리소그래피 장비상에서 노출시킴으로써, 도 2와 도 3에 예시된 바와 같이

등초점 인쇄 바이어스가 표준 네가티브 톤 레지스트에 대한 등초점 인쇄 바이어스에 비해 $0.11\mu\text{m}$ 클 수 있음(당해분야에 공지된 표준 계산을 데이터에 실행할 경우)을 밝혀내었다. 이러한 차이는 두 가지 방식으로 이용될 수 있다. 한 접근법에서는, 초점과 노출 공정 관용도를 유지하면서 동일한 레티클 상 크기를 혼성 레지스트와 함께 사용하여 표준 레지스트에 비해 보다 적은 라인을 인쇄할 수 있었다. 또다른 사용 방식에서는, 레티클 구조물의 크기는 표준 레지스트에 의해 혼성 레지스트에 의해 증가될 수 있으면서도 표준 레지스트와 동일한 상 크기를 인쇄할 수 있다. 보다 큰 레티클 상을 사용하면 도 5의 그래프에 도시된 바와 같이 감소된 회절 효과에 기인하여 보다 큰 초점 깊이가 제공된다. 전자의 적용시는, 보다 작은 크기의 혼성 레지스트에 의해 보다 높은 성능이 달성된다. 후자의 적용시, 혼성 레지스트의 보다 큰 공정 관용도 덕분에 높은 수율이 달성된다.

레지스트 제형은 최적 결과를 위해 높은 광속도 포지티브 톤 반응과 낮은 광속도 네가티브 톤 반응을 수득하도록 변화시킬 수 있다. 또한, 포지티브 톤 레지스트는 후노출 베이킹(PEB) 조건에 불감성이도록 선택되어 네가티브 톤 기능에 대한 포지티브 톤의 감수성의 비가 변형될 수 있도록 하여, 이에 따라 여백/라인/여백 조합의 비율이 변화될 수 있도록 할 수 있다.

여백/라인/여백 비를 변화시키는 또다른 선택사항은 노출 장비의 레티클에 그레이-등급(gray-scale) 필터를 사용하는 것이다. 그레이-등급 필터는 방사선의 일부가 단지 레티클을 통과하도록 허용하여 중간 노출된 영역을 생성한다. 이는 네가티브 톤 레지스트 기능이 이들 영역에서 작동되는 것을 방지하는데, 이는 노출량이 임계점에 도달되지 않지만, 포지티브 기능이 발생될 수 있도록 허용하는 까닭에, 보다 넓은 여백이 생성된다. 이는 보다 넓은 여백이 좁은 구조물과 동시에 인쇄될 수 있도록 허용하고, 이는 일부 장치에 적용할 때 필수적이다.

추가 가공 정제시, 전형적으로 수득되는 도우넛 모양의 구조물은 이들이 바람직하지 않을 경우 제 2 마스크 단계에 의해 정돈될 수 있다. 환형 또는 장방형 도우넛-모양의 트렌치(trench)가 다이내믹 랜덤 액세스(dynamic random access memory: DRAM)층 깊은 트렌치 커패시터(capacitor)와 1기가바이트(GB) DRAM의 제 1준위 배선(wiring)에 바람직하지만, 라인은 비트라인과 워드라인의 4스퀘어(4SQ)와 6스퀘어(6SQ) 배선에서 필수적이다. 도 6에 도시된 바와 같이, 발생당 셀 영역에서의 경향은 전형적인 8스퀘어(8SQ) 라인이 1GB 또는 그 이상의 밀도를 가지는 장치에 요구되는 면적 요건을 충족시키지 못할 것임을 보여준다. 이러한 이유로, 지그재그형 비트라인 등의 장치 설계의 변화가 제안되었다. 그러나, 본 발명에 개시된 바와 같이 신뢰성 있는 서브-리소그래피 구조물에 의해, 칩의 절점된 비트라인 구조가 가능할 것이다. 또한, 장치 설계가 추가로 개선된다면, 구조물 크기를 감소시키는 능력은 장치 전체 성능과 크기를 향상시킬 수 있다.

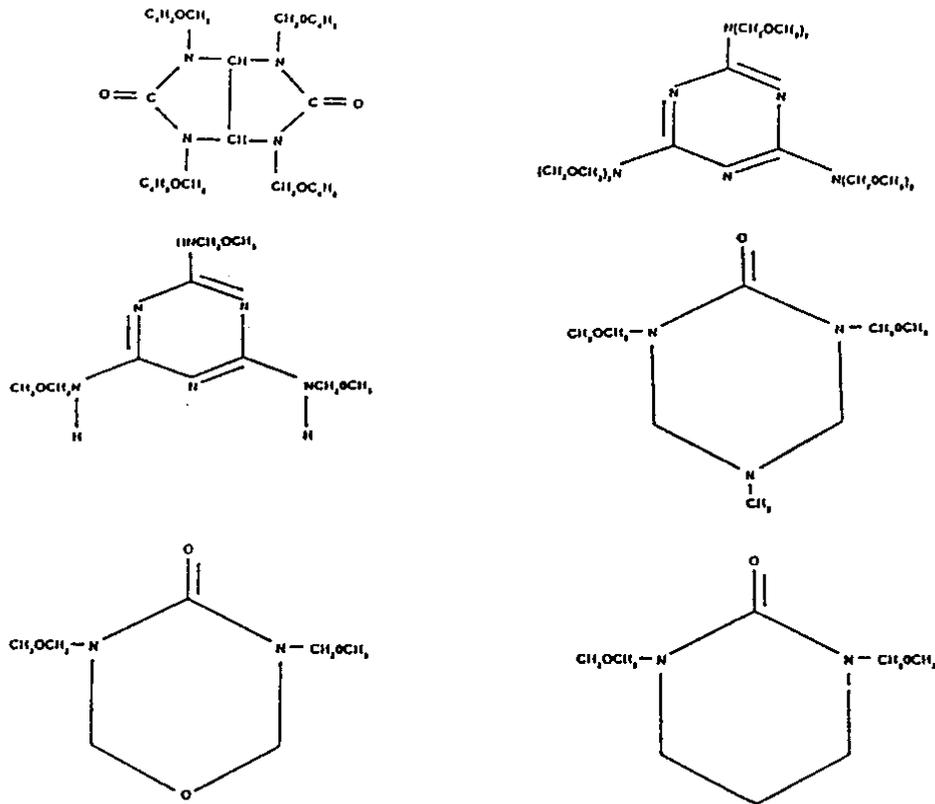
도 7에 도시된 바와 같이, 6SQ 적층 커패시터 절점 비트라인 구조가 제공되는데, 여기서 적절한 연결을 위해 요구되는 바와 같이, 비트라인의 피치는 1.5F이다. 비트라인의 피치를 1.0F로 감소시키고, 수직 방향으로 얇은 트렌치 고립(shallow trench isolation: STI) 준위의 폭을 감소시킴으로써, 도 8에 도시된 바와 같이 4SQ 적층 커패시터 절점 비트라인 구조는 현재의 기법에 의해 수득될 수 있다. 4SQ에 있어서, y-방향의 적층된 커패시터 또한 본 발명의 혼성 레지스트를 사용하여 한정되어야 할 것이다.

하기 실시예는 빈도 2배의 레지스트 조성물의 예이지만, 이는 제한적인 것이 아니며, 당해 분야의 숙련가라면 많은 변형을 할 수 있음이 명백하다.

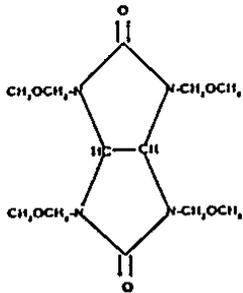
본 발명에 따라 사용하기에 적합한 포토레지스트 수지는 포토레지스트 제형에 중합체 수지로서 사용하기에 적합한 모든 염기-가용성, 장쇄 중합체를 포함한다. 특정 예로는 (i) -애기를 갖는 방향족 중합체, 예를 들면 폴리(4-하이드록시스티렌), 폴리(3-하이드록시스티렌)[텍사스주 코푸스 크리스티 소재의 퀵스 셀라니즈(Hoechst Celanese)로부터 구입가능], 등의 폴리하이드록시스티렌, 노블락 수지[매사추세츠 말보로 소재의 시플레이(Shipley)로부터 구입가능], 페놀계 -애기를 갖는 중합체(예: 페놀 포름알데히드 수지) 등, (ii) 예를 들면 에스테르 측쇄를 갖는 폴리메타크릴산과 같은 산 그룹을 갖는 중합체, (iii) 아크릴아미드 그룹 유형의 중합체가 있다.

탈보호된 형태 중합체 수지는, 즉 일단 포지티브 톤 반응이 일어나서 염기 가용성이고 현상 용액, 예를 들면 금속-비함유 수산화나트륨, 테트라메틸암모늄 하이드록사이드, 테트라메틸 암모늄 하이드록사이드, 금속 함유 수산화칼륨, 소듐 메타실리케이트의 수용액과 혼화성이다. 바람직한 중합체 수지는 현상 용액에서의 용해도를 증진시키기 위해 약 1,000 달톤 내지 약 250,000 달톤, 가장 바람직하게는 약 1,000 내지 25,000달톤의 범위내의 평균 분자량을 갖는다. 예를 들면 p-하이드록시스티렌-말레산 무수물 공중합체, 폴리하이드록시스티렌-p-3급 부틸-카르가나토스티렌 공중합체, 폴리(2-하이드록시스티렌), 페놀-포름알데히드 수지, 폴리메틸 메타크릴레이트-3급 부틸 메타크릴레이트-폴리메타크릴산 삼원중합체, 폴리-4-하이드록시스티렌-3급 부틸 메타크릴레이트 공중합체, 방향족 환상에 하나 이상의 산 불안정한 알킬 또는 아릴 치환체를 갖는 폴리(4-하이드록시스티렌), 또는 이들중 임의의 것이 대다수의 서브유닛으로 존재하는 공중합체, 예로써 뉴욕주 뉴욕 소재의 마루젠 아메리카(Maruzen America)에서 시판하는 PHM-C 등이 포함된다. PHM-C는 두가지 폴리(하이드록시스티렌) 서브유닛과 비닐 사이클로헥사놀 서브유닛을 바람직하게 약 99:1 내지 약 50:50의 범위로 포함한다. 가장 바람직한 비는 약 90:10의 폴리(하이드록시스티렌) 유닛: 비닐 사이클로헥사놀 서브유닛이다.

가교결합 조성물은 바람직하게 테트라메톡시메틸 글리콜유릴['파우더링크(Powder Link)']과 2,6-비스-(하이드록시메틸)-p-크레졸이다. 그러나, 다른 가능한 가교결합 조성물은 일본 공개 특허 공보(공개) 제 1-293339호에 개시되어 있는 하기 구조식과 이들의 유사체와 유도체를 포함하고,



뿐만 아니라 에테르화된 아미노 수지, 예로써 메틸화되거나 부틸화된 멜라민 수지인 N-메톡시메틸- 또는 N-부톡시메틸-멜라민, 또는 하기 구조식의 메틸레이트/부틸레이트 글리콜-우릴을 포함하는데 이는 캐나다 특허 제 1 204 547호에 개시되어 있다.



광산 발생기('PAG')는, 이에 제한되는 것은 아니지만, N-(트리플루오로메틸술포닐옥시)-비스아이크로 [2.2.1]헵트-5-엔-2,3-디카복시이미드 ("MDT'), 오늄염, 방향족 디아조늄염, 술포늄염, 디아릴요도늄 염과 N-하이드록시아미드 또는 -이미드의 술포산 에스테르가 포함되고, 이는 본원에 참고로 인용된 미국 특허 제 4,731,605호에 개시된 바와 같다. 또한, N-하이드록시-나프탈이미드('DDSN')의 도데칸 술포네이트 등의 보다 약한 산을 생산하는 PAG가 사용될 수 있다.

가능한 염기 첨가제로는, 이에 제한되는 것은 아니지만, 디메틸아미노 피리딘, 7-디에틸아미노-4-메틸 쿠마린('쿠마린 1'), 3급 아민, 양성자 스폰지, 베르베린, BASF로부터 '플루로닉(Pluronic)' 또는 '테트로닉(Tetronic)' 시리즈로서 시판되는 것과 같은 중합체성 아민이 있다. 또한 PAG가 오늄염일 경우 테트라알킬 암모늄 하이드록사이드 또는 세틸트리메틸 암모늄 하이드록사이드가 사용될 수 있다.

사용될 수 있는 증감체의 예로는 크리센, 피렌, 플루오란텐, 안트라센, 벤조페논, 티옥산톤, 9-안트라센 메탄올(9-AM) 등의 안트라센이 있다. 추가의 안트라센 유도체 증감체는 본원에 참고로 인용된 미국 특허 제 4,371,605호에 개시되어 있다. 증감체는 산소 또는 황을 포함할 수 있다. 증감체는 질소가 없는 것이 바람직한다. 이는 질소의 존재, 예로써 아민 또는 페노티아진 기 등은 노출 공정시 발생된 유리 산을 격리시키는 경향이 있고, 제형은 감광도를 손실하게 된다.

층이 너무 두껍거나 얇지 않게 조성물을 기판에 적용시킬 수 있도록 주형 용매를 사용하여 전체 조성물의 적절한 경점성을 제공할 수 있다. 샘플 주형 용매로는 에톡시메틸프로피오네이트('EEP'), EEP와 γ -부티로락톤('GBL')의 조합물, 프로필렌-글리콜모노에틸에테르 아세테이트(PM 아세테이트)가 있다.

하기 실시예에서는, 이들중 각각 하나가 선택되었지만, 많은 조성물이 레지스트의 다양한 부분을 위해 선택될 수 있고, 본 발명의 기본은 혼성 레지스트가 네가티브 톤 성분과 포지티브 톤 성분으로 구성되고, 이때 포지티브 톤 성분은 제 1 화학선 에너지 준위에서 작용하고, 네가티브 톤 성분은 제 2 화학선 에너지 준위에서 작용하며, 제 1과 제 2 화학선 에너지 준위는 화학선 에너지 준위의 중간 범위에 의해 분리된다는 사실에 있음을 인식해야 한다.

실시예 1

350ppm의 FC-430 - 비이온성 불소처리된 알킬 에스테르 계면활성제(미네소타주 세인트 폴 소재의 3M 제품 -을 함유하는, 캘리포니아주 홀리스터 소재의 퍼시픽 펙 인코포레이티드(Pacific Pac, Inc.)에서 시판하는 프로필렌 글리콜 모노메틸에테르 아세테이트(PM 아세테이트) 용매에 하기 조성물을 용해시켜 총 고형분이 20%가 되도록 하였다:

메톡시프로펜(MOP)에 의해 보호된 페놀기의 약 25%를 갖는, 10% 수소 첨가된 폴리(하이드록시스티렌)(PHS) (뉴욕주 뉴욕 마루젠 아메리카에서 입수함), 고형분의 81.2%,

N-(트리플루오로메틸술포닐옥시)-비사이클로-[2.2.1]-헵트-5-엔-2,3-디카복시이미드(MDT) (오하이오주 샌터빌 소재의 데이켄 랩스(Daychem Labs)에서 입수함), 고형분의 10.5%,

테트라메톡시메틸 글리콜우릴(파우더링크) (코벡티컷주 단베리 소재의 사이텍(Cytec)에서 입수함), 고형분의 8.2%,

7-디에틸아미노-4-메틸 쿠마린 염료(쿠마린 1) (알드리치 케미칼 캠페니(Aldrich Chemical Company)에서 입수함), 고형분의 0.1%.

용액을 0.2 μ m 필터를 통해 여과하였다. 핵사메틸-디실라잔으로 하도된 실리콘 웨이퍼상에 용액을 피복시키고, 110 $^{\circ}$ C의 소프트 베이킹을 실시하여 나노스펙(Nanospec) 반사 분광광도계로 측정된 결과 약 0.8 μ m 두께의 필름을 얻었다. 이어서 저용량으로부터 고용량까지의 상이한 용량의 매트릭스를 갖는 0.37 수치구경(NA) 캐논 스테퍼(Canon stepper)에서 파장이 248nm인 원자외선(DUV) 엑시머 레이저 방사선으로 피복된 웨이퍼를 노출시키고, 110 $^{\circ}$ C에서 90초동안 후노출 베이킹(PEB)하였다. 노출된 필름의 용해 속도는 주어진 시간 동안 0.14N 테트라메틸암모늄 하이드록사이드(TMAH) 현상액으로 현상한 후 남아 있는 필름의 두께로부터 계산되었다. 용액 속도 대 노출량의 관계는 도 9에 도시되어 있다. 도 9에 도시된 바와 같이, 레지스트는 노출되지 않을 경우 매우 낮은 용해 속도(약 2nm/초)를 나타내었다. 용량이 증가함에 따라, 용해 속도는 약 50nm/초에 도달될 때까지 증가한다. 용해 속도는 약 1mJ 내지 약 3mJ의 용량 범위에서 비교적 일정하게 상기 수준으로 유지된다. 용량을 더 증가시키면, 네가티브 가교결합 화학이 우세하게 되어 용해 속도는 0에 가까운 값으로 떨어진다.

상기 레지스트의 전형적인 리소그래피 반응은 도 10에 예시되어 있는데, 이는 0.37NA를 갖는 248 DUV 스테퍼에 의해 2 μ m의 피치에서 1 μ m 폭의 차례차례 배열된 크롬 라인을 갖는 마스크를 통해 레지스트를 노출시킨 결과를 도시한다. 마스크에 있는 모든 크롬 라인과 여백 조합은 레지스트상에 약 0.8 μ m의 네가티브 라인, 약 0.6 μ m의 포지티브 톤 라인과 약 0.3 μ m의 두께의 동일한 여백으로 된 두개의 라인과 두개의 여백으로서 인쇄된다.

동일한 레지스트에 의한 또다른 실험에서, 고립된 크롬 여백을 혼성 레지스트 필름상에 노출시키기 위해 MICRASCAN II 0.5NA DUV 스테퍼를 사용할 경우, 크롬 여백의 폭의 함수로서 여백/라인/여백 측정이 도 11에 나타난 바와 같이 도시된다. 데이터에 따르면, 비록 라인의 폭이 마스크상의 크롬 여백의 폭에 상응하여 증가하지만, 라인의 어느 한 쪽 측부상의 여백은 비교적 일정하게 남아 있음을 알 수 있다.

실시예 2

본 실시예는, 광산 발생기의 유형과 다양한 성분의 상대적인 량을 변화시키면 혼성 레지스트의 용해 속도 특성을 변화시킬 수 있고 이어서 리소그래피 반응을 변화시킬 수 있는 방식을 예시한다. 제 2 제형을 제조하고, 실시예 1과 유사한 방식으로 진행하는데, 다만 하기 성분을 포함한다.

MOP에 의해 보호된 페놀기의 약 25%를 갖는 PHS, 고형분의 90.8%,

트리페닐 술포늄 트리플레이트, 고형분의 1.3%,

파우더링크, 고형분의 7.8%,

테트라부틸 암모늄 하이드록사이드 염기, 고형분의 0.1%,

18.9% 고형분 용액을 형성하기 위해, 용매로서 350ppm FC-430 계면활성제를 함유하는 충분한 량의 PM 아세테이트.

생성된 혼성 레지스트의 용해 속도 특성은 도 12에 나타나 있다. 곡선의 전체 특성은, 용해 속도가 미노출된 레지스트의 경우 낮게 출발하여 약 5mJ에서 높아지고, 7mJ을 초과할 때 감소한다는 점에서 실시예 1의 혼성 레지스트에 의해 제시된 것과 유사하다. 그러나, 절대 용량 범위와 이 범위내에서 용해 속도는 도 9에 도시된 바와 같이 매우 상이하다.

도 14는 MICRASCAN II DUV 0.5 NA 스테퍼 장비에서 차례로 배열된 크롬 라인 마스크와 동일한 폭의 여백을 통해 노출될 경우 혼성 레지스트의 제형의 반응을 나타낸다. 네가티브 라인, 미노출된(포지티브) 라인과 여백 폭을 마스크 치수의 함수로서 도시되었다. 여백은 0.18 μ m의 범위에서 비교적 일정하게 유지되는 반면, 두 선은 마스크 치수가 달라짐에 따라 변한다. 이들 제형과 공정에 의한 레지스트 상의 대표적인 예가 도 15에 나타나 있다.

실시예 3

본 실시예는 빈도가 2배로 된 상의 여백 폭이 MOP에 의한 PHS의 다양한 보호 수준에 따라 변화될 수 있음을 예시한다. 24%와 15% MOP 적재량을 갖는 두가지 상이한 PHS 각각은, 약 0.5 μ m의 필름 두께를 수득하기 위해, 총 고형분 함량이 전체의 16.0%로 조정됨을 제외하고, 실시예 1의 제형과 동일한 혼성 제형을 제조하기 위해 사용되었다. 이들 두가지 소재의 제형으로부터, 15 내지 24% 범위의 평균 MOP 준위를 갖는 몇몇 다른 제형을 제조하였다. 웨이퍼를 피복하고, 110 $^{\circ}$ C 소프트 베이킹하고, MICRASCAN II DUV 0.5NA 스테퍼 상에서 노출시키고, 110 $^{\circ}$ C에서 60초 동안 후노출 베이킹하고, 최종적으로 0.14N TMAH 현상액으로 현상하였다. 고립된 크롬 개구를 갖는 레티클을 혼성 레지스트 필름내에서 인쇄하였다. 레지스트

트 상의 여백 폭을 측정하고, 각각의 제형을 제조하기 위해 사용되는 PHS중 평균 MOP 용해도 억제제 적재량의 함수로서 도시하였다. 도 13에 도시된 바와 같이 여백 폭은 MOP 농도에 매우 의존적임을 밝혀내었다.

실시예 4

PEB 후 현상 전에 블랭킷 DUV 노출을 사용하여 네가티브 톤 상화를 본 발명의 혼성 레지스트에 의해 수행할 수 있다.

실시예 2에 기술된 바와 같이 혼성 레지스트 제형을 0.5NA DUV 노출 시스템 상에서 전기적 시험 패턴을 갖는 크롬 레티클로 상-방향으로 노출시켰다. 2000옹스트롬(\AA)의 폴리실리콘 필름을 갖는 실리콘 웨이퍼(200mm)를 기판으로 사용하여 생성된 레지스트 상의 식각된 패턴을 전기적 탐침 기법에 의해 측정할 수 있었다. 후노출 베이킹 공정후, 웨이퍼를 노출 장비(MICRASCAN 11)로 역순환시키고, 10mJ/cm²에서 투명한 유리 레티클로 노출시켰다. 제 2 노출후에는 후노출 베이킹 공정을 수행하지 않았다. 제 2 노출의 목적은 초기에 미노출된 레지스트를 웨이퍼로부터 제거하는 것으로, 현상후 네가티브 톤 레지스트 패턴만을 남겨 놓는다.

초기 상-방향 노출량은 17 내지 24mJ/cm²이고, 후노출 베이킹 온도는 90초 동안 110°C이고, 현상 시간은 0.14N TMAH에서 100초였다. 표준 네가티브 톤 레지스트를 유사한 형식으로 처리하였는데, 대조군으로서 블랭킷 노출 단계를 생략하였다. 상기 실험으로부터의 전기적 데이터는 도 2와 3에 나타나 있다. 당해 분야에 공지된 표준 방법을 사용하여 계산할 경우, 표준 네가티브 레지스트에 비교하여 혼성 레지스트에서 약 0.11 μm 의 큰 등초점 인쇄 바이어스가 관찰되었다.

본 발명은 특히 바람직한 예시적 실시태양을 참고하여 기술되었지만, 당해 분야의 숙련가에게는 본 발명의 취지와 범주를 벗어나지 않고도 전술한 내용에 형식과 세부사항에 대한 변화를 도입할 수 있음이 이해될 것이다.

발명의 효과

본 발명에 의해 노출에 대해 포지티브 톤과 네가티브 톤 반응을 동시에 갖는 포토레지스트 물질을 제공함으로써 통상의 노출 시스템을 보다 높은 패턴 밀도에 적용할 수 있게하고, 웨이퍼 칩의 여백 폭에 대한 매우 정밀한 상 조절을 가능하게 하며 최소 레티클 구조물 크기를 완화시킨다.

(57) 청구의 범위

청구항 1

네가티브 톤 성분 및 포지티브 톤 성분을 단일 노출에 함께 반응하도록 하는 효과적인 양으로 포함하여, 단일 노출의 제 1 화학선 에너지 준위에 노출되는 포토레지스트(photoresist)의 제 1 부분이 광활성으로 유지되고, 단일 노출의 제 2 화학선 에너지 준위에 노출되는 포토레지스트의 제 2 부분이 실질적으로 광불활성으로 되고, 제 1 준위와 제 2 준위 사이의 중간 범위의 화학선 에너지 준위에 노출되는 포토레지스트의 제 3 부분이 현상 용액에 가용성으로 되는

포토레지스트 조성물.

청구항 2

제 1 항에 있어서,

포지티브 톤 성분이 네가티브 톤 성분보다 후노출 베이킹(post expose bake) 조건에 덜 민감한 포토레지스트 조성물.

청구항 3

제 1 항에 있어서,

제 1 화학선 에너지 준위가 제 2 화학선 에너지 준위에 비해 높거나 낮은 포토레지스트 조성물.

청구항 4

제 1 항에 있어서,

포지티브 톤 성분이 소정 농도의 용해도 억제제를 함유하는 수지를 포함하는 포토레지스트 조성물.

청구항 5

제 4 항에 있어서,

용해도 억제제의 농도가 인쇄 여백의 폭을 줄이기 위해 증가되거나, 용해도 억제제의 농도가 인쇄 여백의 폭을 넓히기 위해 감소되는 포토레지스트 조성물.

청구항 6

제 5 항에 있어서,

용해도 억제제의 농도가 네가티브 톤 라인의 등초점 인쇄 바이어스를 확대하기 위해 증가되거나, 용해도 억제제의 농도가 네가티브 톤 라인의 등초점 인쇄 바이어스를 줄이기 위해 감소되는 포토레지스트 조성물.

청구항 7

제 1 화학선 에너지 준위에서 작용하는 포지티브 톤 성분 및 제 1 화학선 에너지 준위와는 중간 범위의 화학선 에너지 준위에 의해 분리되는 제 2 화학선 에너지 준위에서 작용하는 네가티브 톤 성분을 포함하는 포토레지스트 조성물을 선택하는 단계;

선택된 포토레지스트 조성물 층을 표면에 침적시켜 필름을 형성하는 단계;

필름의 선택된 부분을 제 1 화학선 에너지 준위, 중간 범위의 에너지 준위 및 제 2 화학선 에너지 준위에 노출시키는 단계; 및

필름을 현상하는 단계를 포함하는,

집적 회로 칩(integrated circuit chip)의 제조 방법.

청구항 8

제 7 항에 있어서,

필름의 노출 단계 후 현상 단계 전에 필름을 베이킹하는 단계를 추가로 포함하는 방법.

청구항 9

제 8 항에 있어서,

노출 단계 후 베이킹 단계 전에 필름을 저용량의 화학선 에너지에 블랭킷(blanket) 노출시키는 단계를 추가로 포함하는 방법.

청구항 10

제 8 항에 있어서,

베이킹 단계 후 현상 단계 전에 필름을 블랭킷 노출시키는 단계를 추가로 포함하는 방법.

청구항 11

제 8 항에 있어서,

베이킹 단계 후 현상 단계 전에 필름을 상(image)-방향으로 재노출시키는 단계를 추가로 포함하는 방법.

청구항 12

제 7 항에 있어서,

노출량의 변화가 하나 이상의 라인 및 하나 이상의 여백의 크기에 대해 영향을 주지 않는 방법.

청구항 13

제 7 항에 있어서,

필름의 선택된 부분을 노출하는데 사용하기 위하여 여러 길이와 폭의 라인 및 여백을 갖는 레티클(reticle)을 선택하되, 레티클의 라인 및 여백의 폭 편차가 하나 이상의 라인의 폭에 영향을 주지 않도록 선택하는 단계를 추가로 포함하는 방법.

청구항 14

제 7 항에 있어서,

두배로 된 빈도의 라인 및 여백을 갖는 레티클을 선택하는 단계를 추가로 포함하는 방법.

청구항 15

제 7 항에 있어서,

제 1 화학선 에너지 준위가 제 2 화학선 에너지 준위에 비해 낮도록 포지티브 톤 성분 및 네가티브 톤 성분을 선택하는 단계를 추가로 포함하는 방법.

청구항 16

제 7 항에 있어서,

제 2 화학선 에너지 준위가 제 1 화학선 에너지 준위에 비해 낮도록 포지티브 톤 성분 및 네가티브 톤 성분을 선택하는 단계를 추가로 포함하는 방법.

청구항 17

제 7 항에 있어서,

네가티브 톤 성분보다 후노출 베이킹 조건에 덜 민감한 포지티브 톤 성분을 선택하는 단계를 추가로 포함하는 방법.

청구항 18

제 7 항에 있어서,

포도레지스트 조성물이 추가로 소정 농도의 용해도 억제제를 포함하고, 원하는 여백 폭을 수득하기 위해 용해도 억제제의 농도를 선택하는 단계를 추가로 포함하는 방법.

청구항 19

제 7 항에 있어서,

노출 단계 동안 그레이-등급 필터를 사용하여 중간 노출 영역을 생성하는 단계를 추가로 포함하는 방법.

청구항 20

제 7 항 내지 제 19 항중 어느 한 항의 방법에 의해 제조된 집적 회로 칩.

청구항 21

제 20 항에 있어서,

제 20 항의 단계 후에 비트라인 층을 제조하여 생성된 6 스퀘어 절첩된 비트라인 (square folded bitline) 구조를 포함하는 집적 회로 칩.

청구항 22

제 20 항에 있어서,

제 20 항의 단계 후에 축을 따라 비트라인 층 및 얇은 트렌치 격리 층(shallow trench isolation layer)을 제조하여 생성된 4 스퀘어 절첩된 비트라인 구조를 포함하는 집적 회로 칩.

청구항 23

포지티브 톤 성분의 제 1 부분을 제공하는 단계,

네가티브 톤 성분의 제 2 부분을 제공하는 단계,

포지티브 및 네가티브 톤 성분이 단일 노출에 함께 반응되도록 하는데 효과적인 양으로 상기 제 1 및 제 2 부분을 배합하여, 단일 노출의 제 1 화학선 에너지 준위에 노출되는 포토레지스트의 제 1 부분이 광활성으로 유지되고, 단일 노출의 제 2 화학선 에너지 준위에 노출되는 포토레지스트의 제 2 부분이 실질적으로 광불활성으로 되고, 제 1 준위와 제 2 준위 사이의 중간 범위의 화학선 에너지 준위에 노출되는 포토레지스트의 제 3 부분이 현상 용액에 가용성이 되도록 하는 단계를 포함하는,

필름 형성 포토레지스트 조성물의 제조 방법.

청구항 24

제 23 항에 있어서,

화학선 에너지 노출의 제 1 준위가 제 2 준위에 비해 낮은 방법.

청구항 25

제 23 항에 있어서,

포지티브 톤 성분이 산 불안정 기에 의해 보호된 염기 가용성 수지인 방법.

청구항 26

제 23 항에 있어서,

네가티브 톤 성분이 테트라메톡시메틸 글리콜우릴, 2,6-비스(하이드록시메틸)-p-크레졸, 메틸화된 멜라민 수지, 부틸화된 멜라민 수지, 메틸화된 글리콜우릴, 부틸화된 글리콜우릴로 구성된 그룹으로부터 선택된 가교결합제인 방법.

청구항 27

제 23 항에 있어서,

광산 발생기를 상기 제 1 및 제 2 부분과 배합하여 혼합물을 형성하는 단계,

경점도가 필름으로서 적용하기에 적합할 때까지 주형 용매를 상기 혼합물에 첨가하는 단계를 추가로 포함하고,

필름 형성 포토레지스트 조성물이 산 불안정성 차단기 및 가교결합제를 갖는 수지를 포함하는 방법.

청구항 28

제 27 항에 있어서,

주형 용매의 첨가 전에 혼합물에 염기 첨가제 및 증감체를 배합하는 단계를 추가로 포함하는 방법.

청구항 29

제 27 항에 있어서,

광산 발생기가 N-(트리플루오로메틸-술포닐옥시)-비사이클로[2.2.1]헵트-5-엔-2,3-디카복시미드, 오늄 염, 방향족 디아조늄염, 술포늄염, 디아릴요도늄염, N-하이드록시-나프탈이미드의 도데칸 술포네이트, N-

하이드록시이미드의 술폰산 에스테르, N-하이드록시아미드의 술폰산 에스테르로 구성된 그룹으로부터 선택되는 방법.

청구항 30

제 27 항에 있어서,

주형 용매가 에톡시에틸프로피오네이트, 에톡시에틸 프로피오네이트와 γ -부티롤락톤의 조합물, 및 프로 필렌글리콜모노에틸에테르 아세테이트로 구성된 그룹으로부터 선택되는 방법.

청구항 31

제 28 항에 있어서,

염기 첨가제가 디에틸아미노 피리딘, 7-디에틸아미노-4-메틸 쿠마린, 3급 아민, 양성자 스폰지, 베르베린, 중합체성 아민, 테트라 알킬 암모늄 하이드록사이드, 세틸트리메틸 암모늄 하이드록사이드로 구성된 그룹으로부터 선택되는 방법.

청구항 32

제 28 항에 있어서,

증강체가 크리스렌, 피렌, 플루오란텐, 안트론, 벤조페논, 티옥산톤, 안트라센으로 구성된 그룹으로부터 선택되는 방법.

청구항 33

제 1 항에 있어서,

단일 노출의 제 1 화학선 에너지 준위에 노출된 포토레지스트의 제 1 부분이 현상액에 불용성으로 추가로 되는 포토레지스트 조성물.

청구항 34

제 1 항에 있어서,

단일 노출의 제 2 화학선 에너지 준위에 노출된 포토레지스트의 제 2 부분이 현상액에 불용성으로 추가로 되는 포토레지스트 조성물.

청구항 35

제 1 항에 있어서,

제 1 준위와 제 2 준위 사이의 중간 범위의 화학선 에너지 준위에 노출된 포토레지스트의 제 3 부분이 광 활성으로 추가로 되는 포토레지스트 조성물.

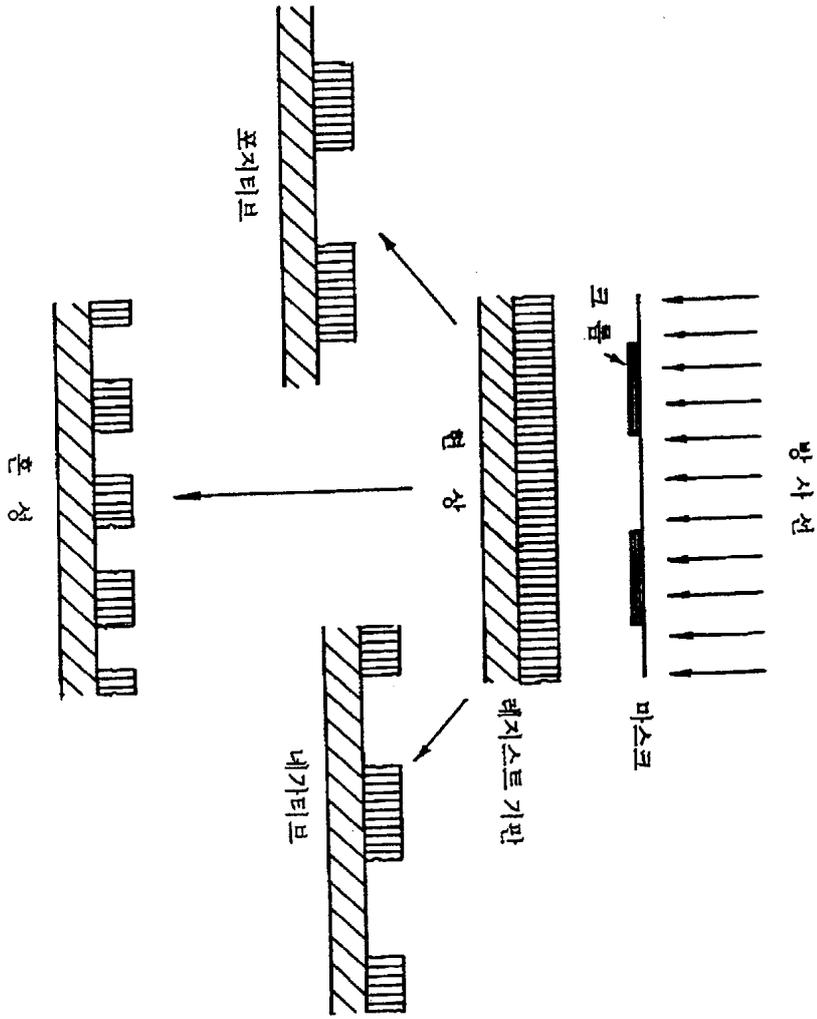
청구항 36

제 1 항에 있어서,

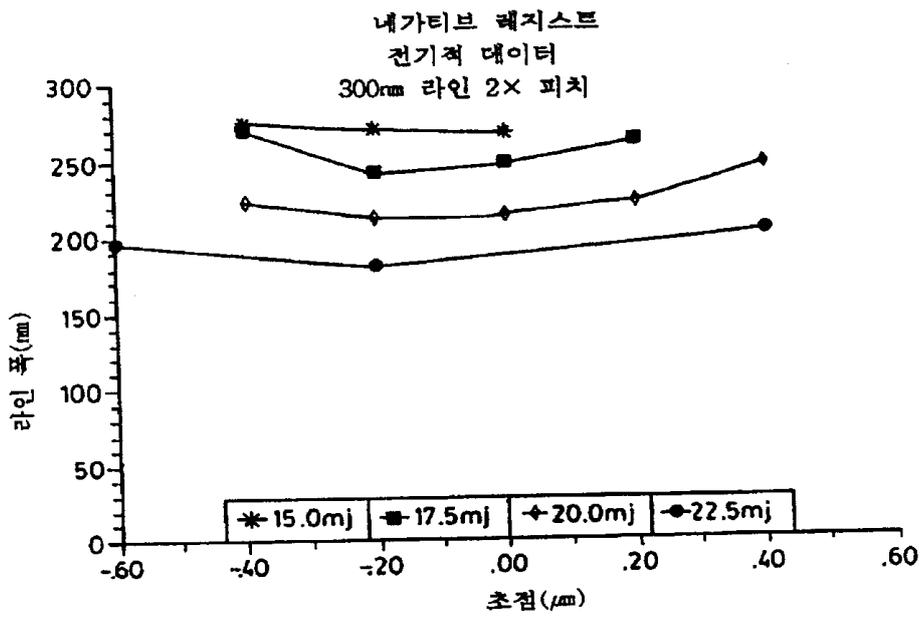
제 1 준위에 거의 노출되지 않고, 제 2 준위에 완전히 노출되는 포토레지스트 조성물.

도면

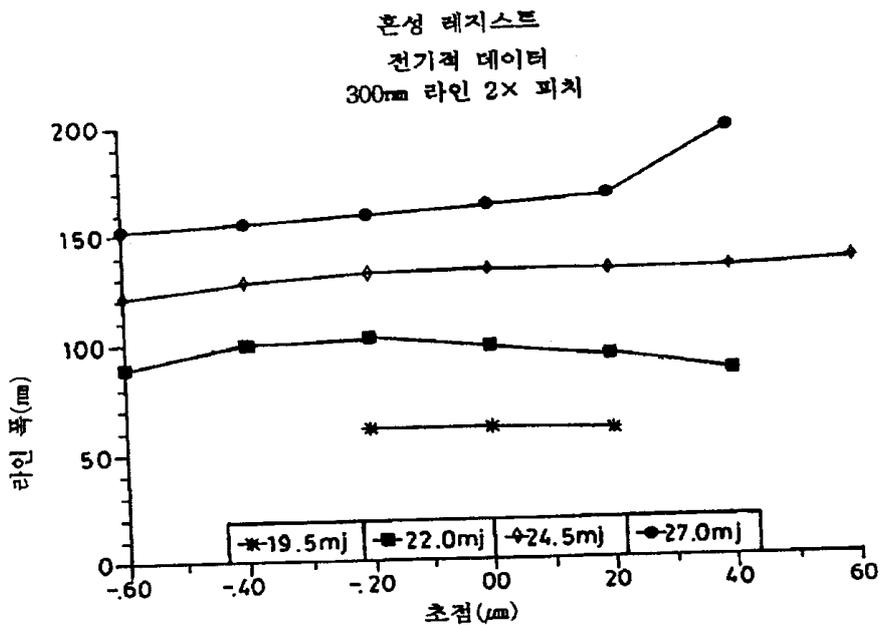
도면1



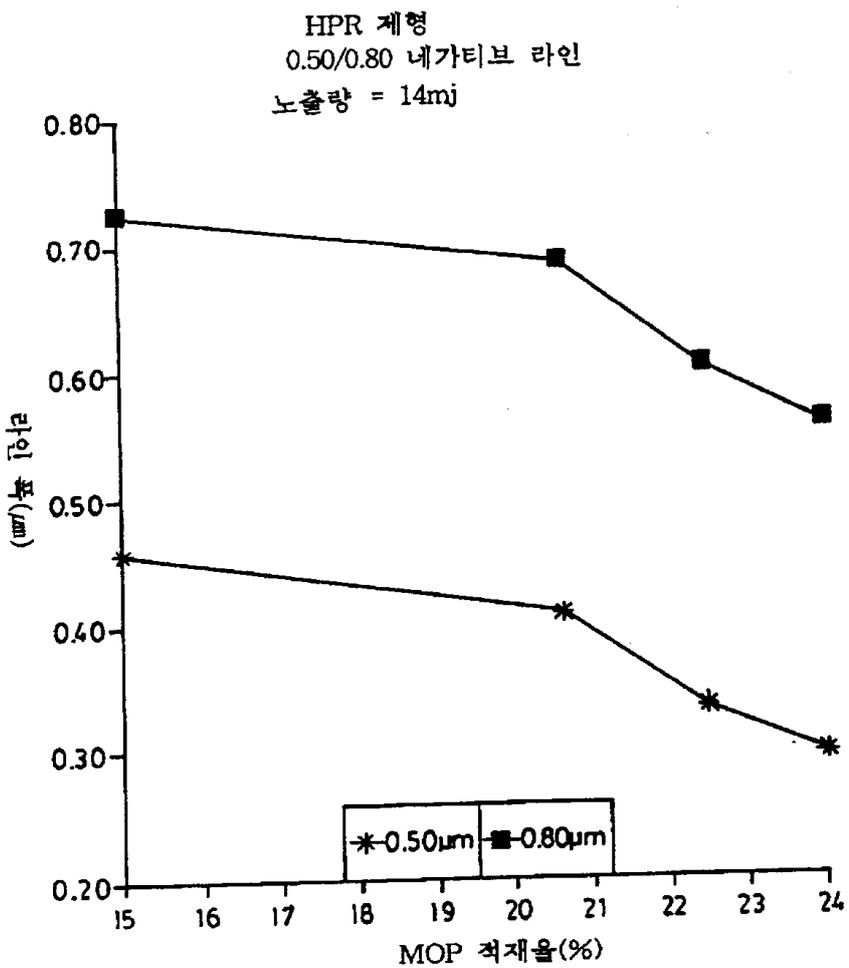
도면2



도면3

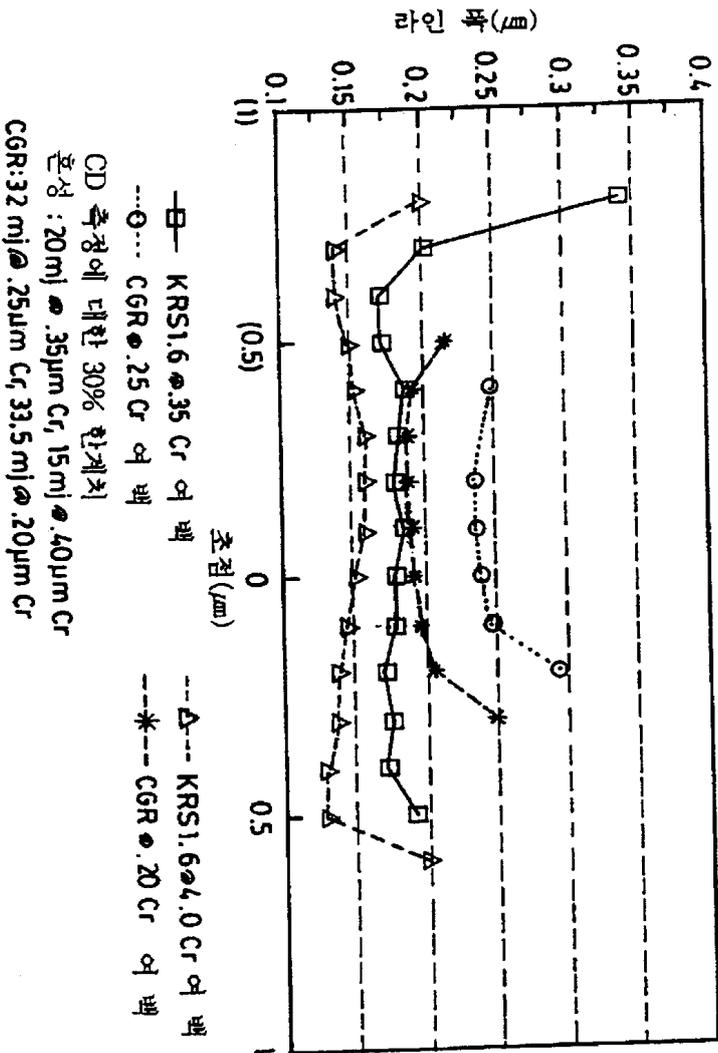


도면4

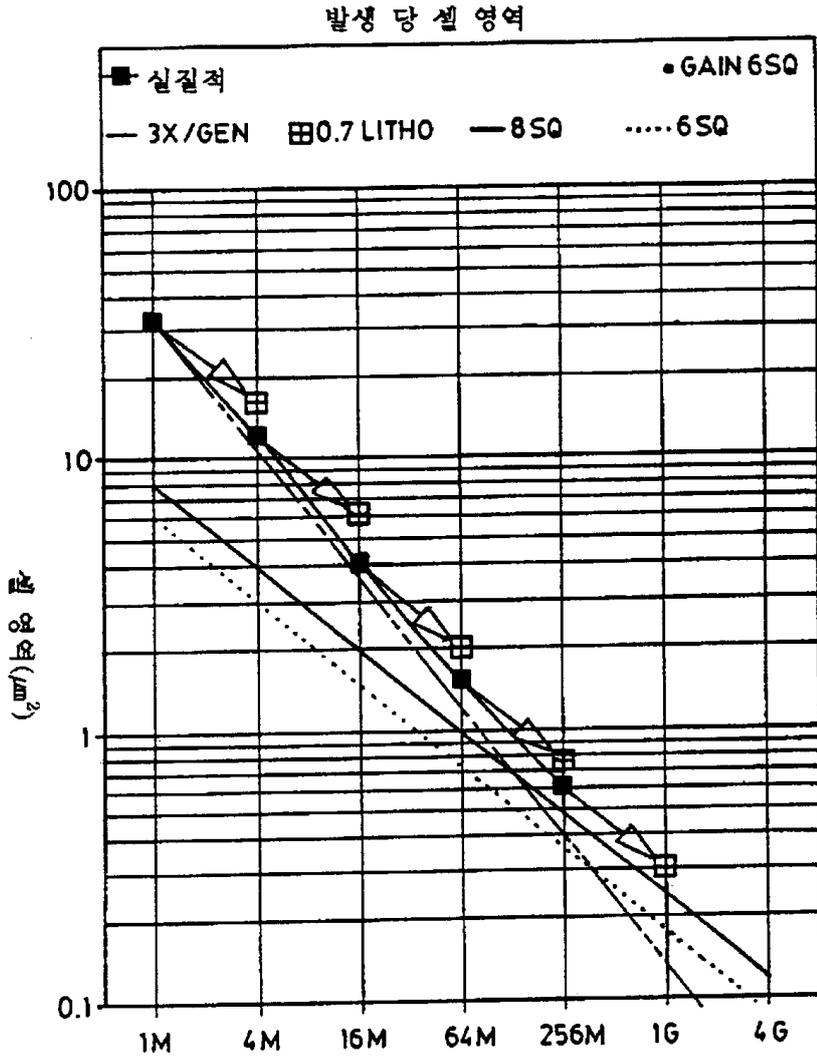


60피치에서 포물리브 모델: 초점 관용도
 혼성 레지스트 대 CGR 2205

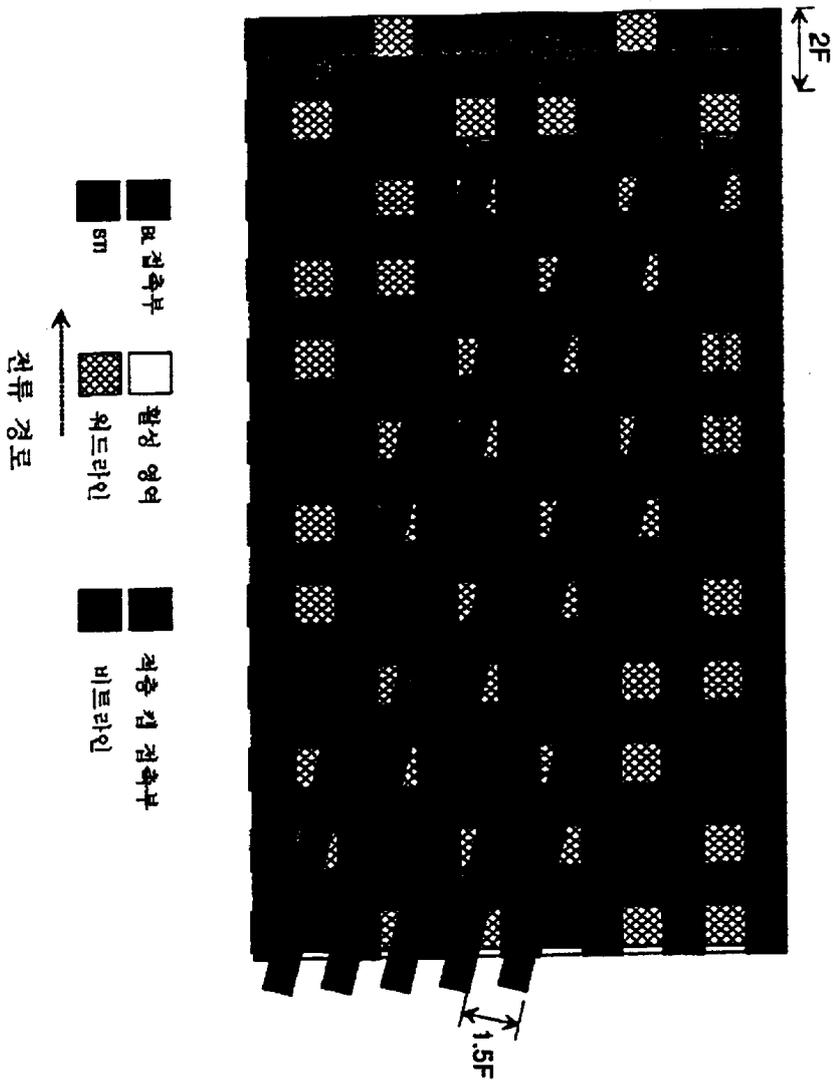
도면5



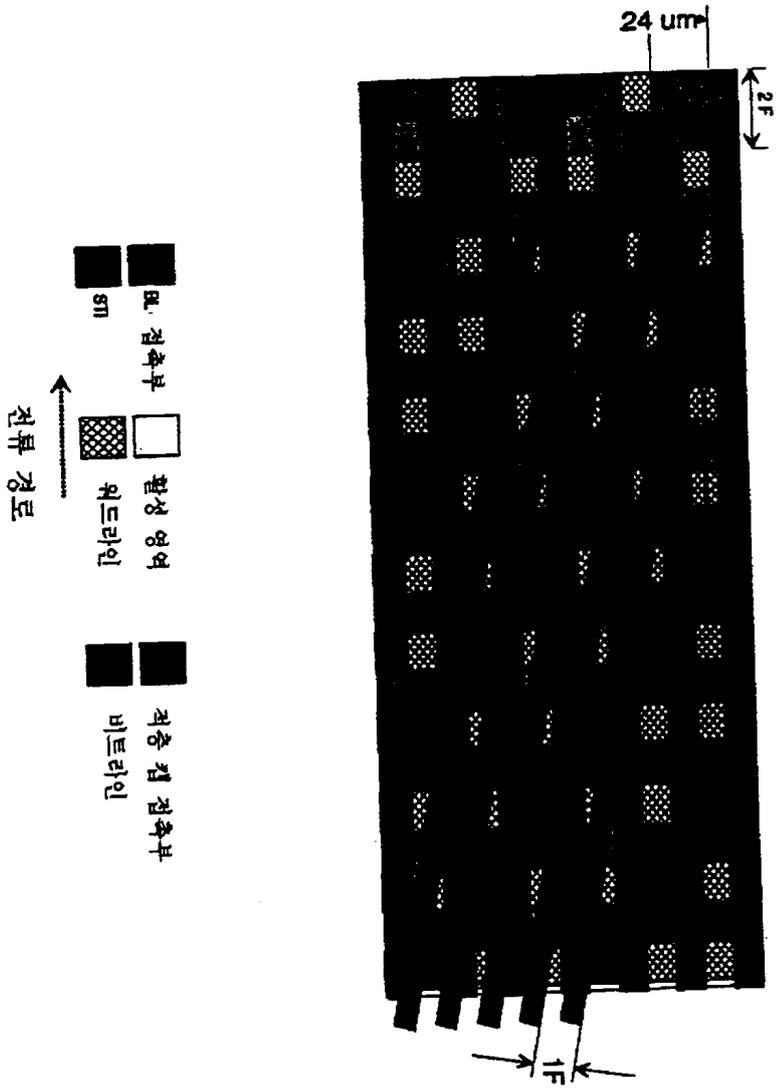
도면6



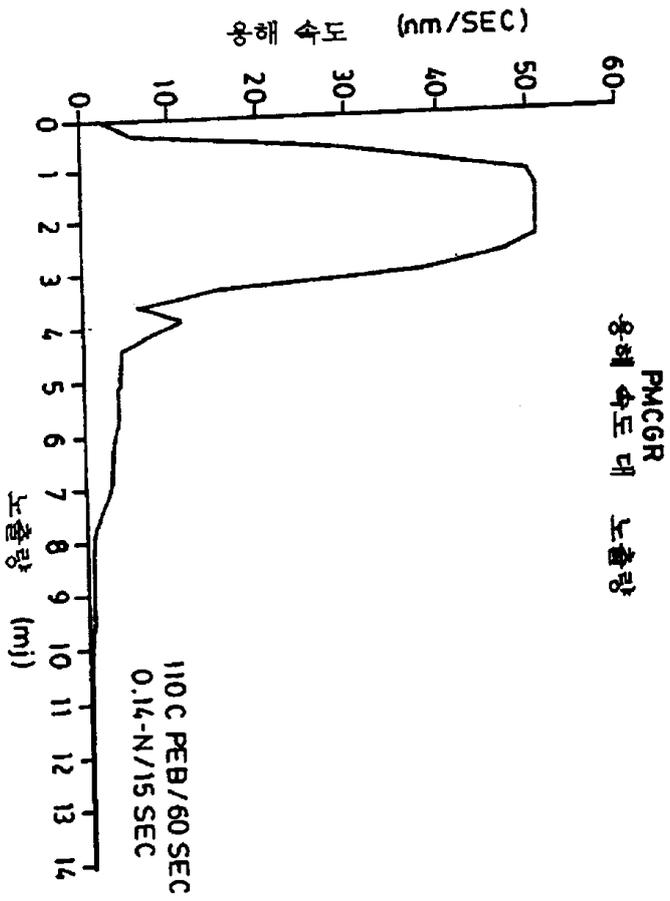
도면7



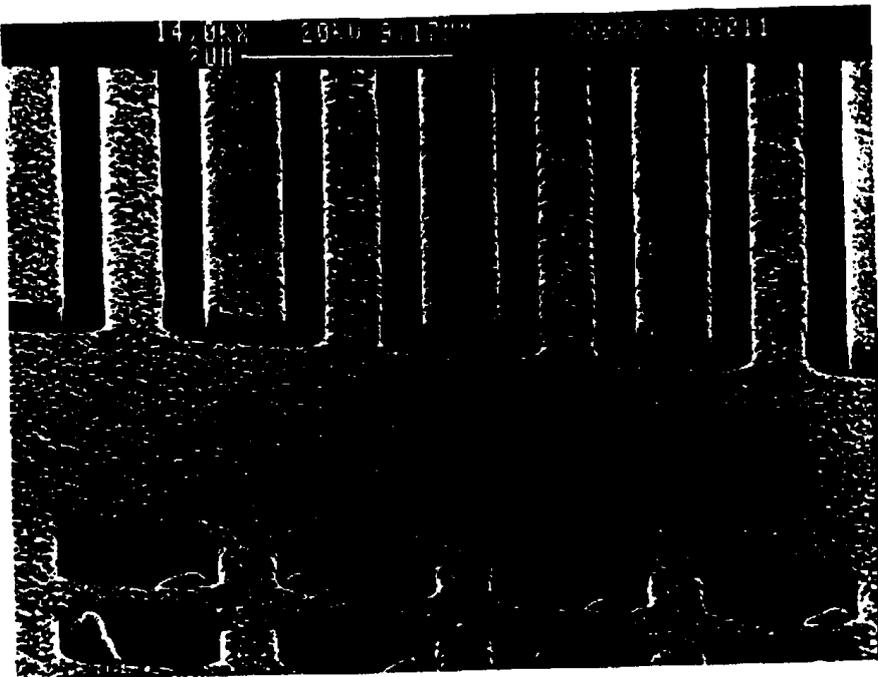
도면8



도면9

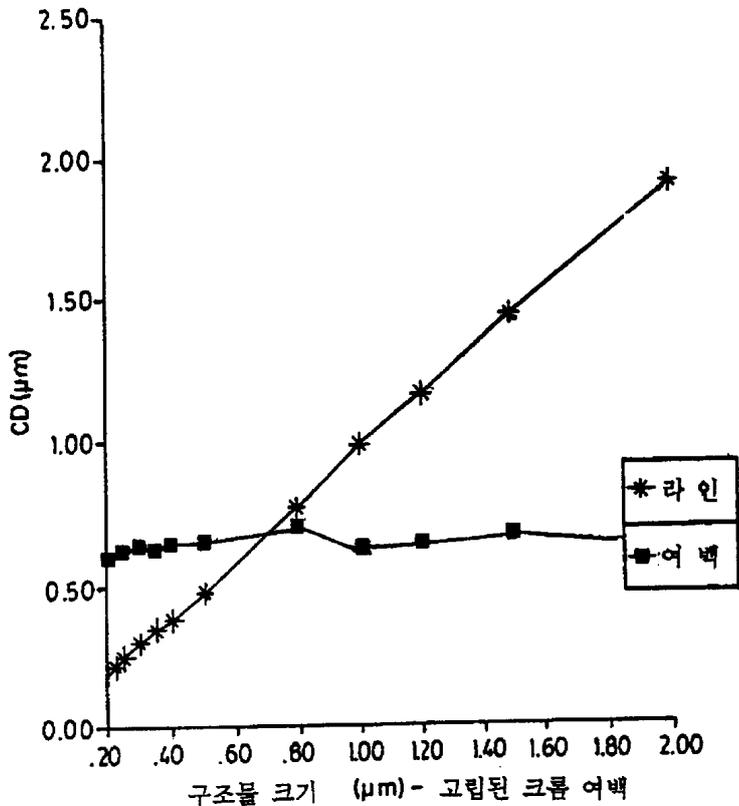


도면10

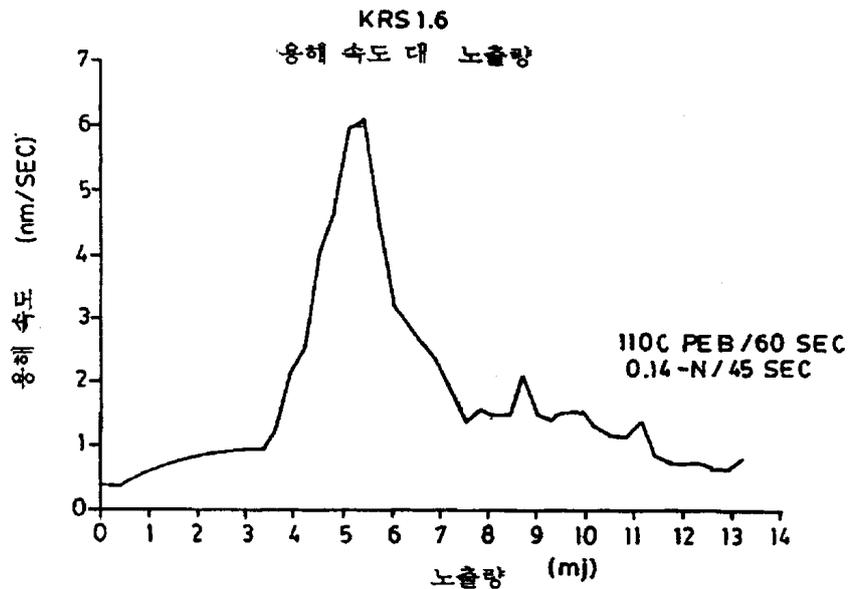


도면11

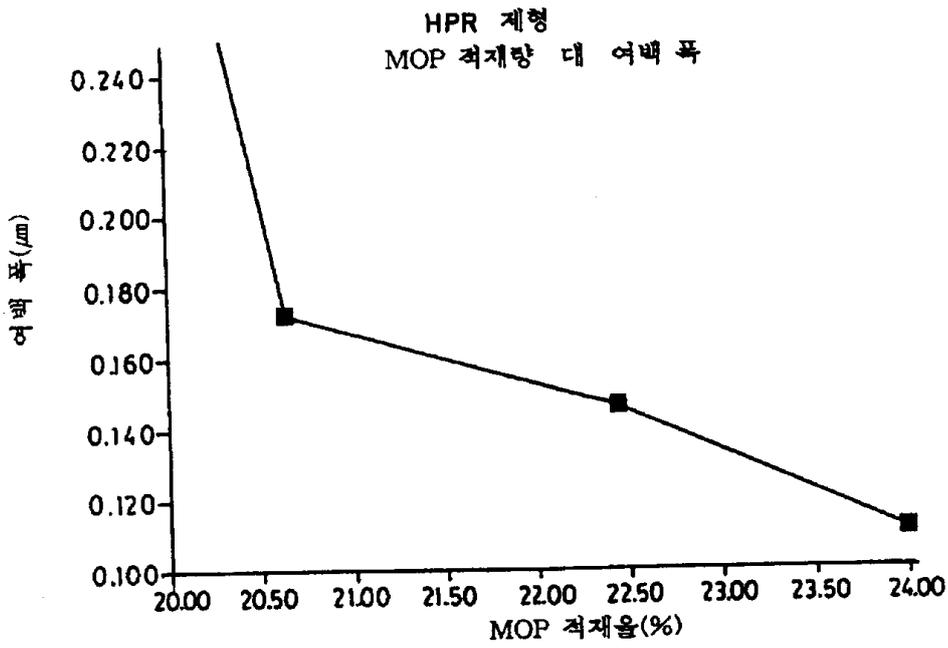
PMCGR CD 대 망선 레티클 구조물 크기
110C PEB, 90 SEC DEV, 24 mj



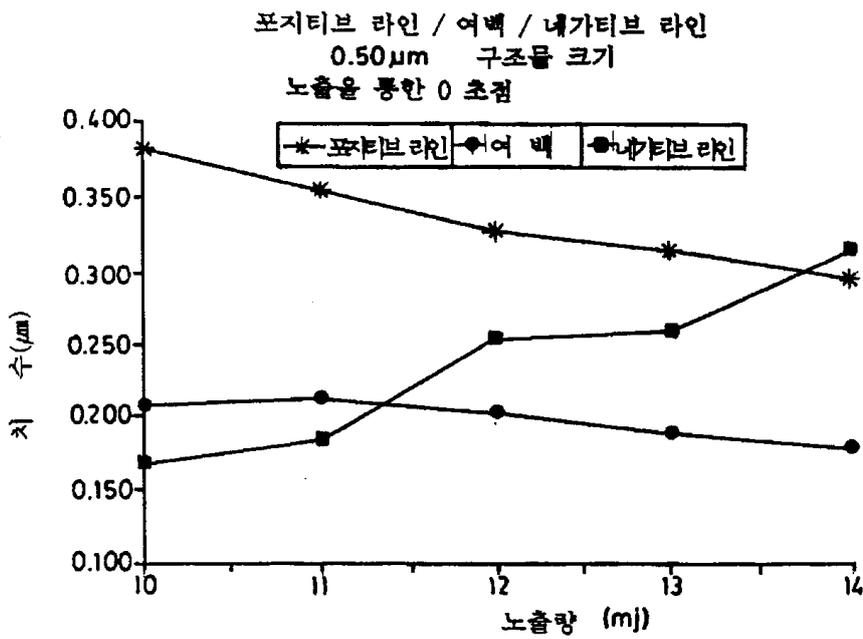
도면12



도면13

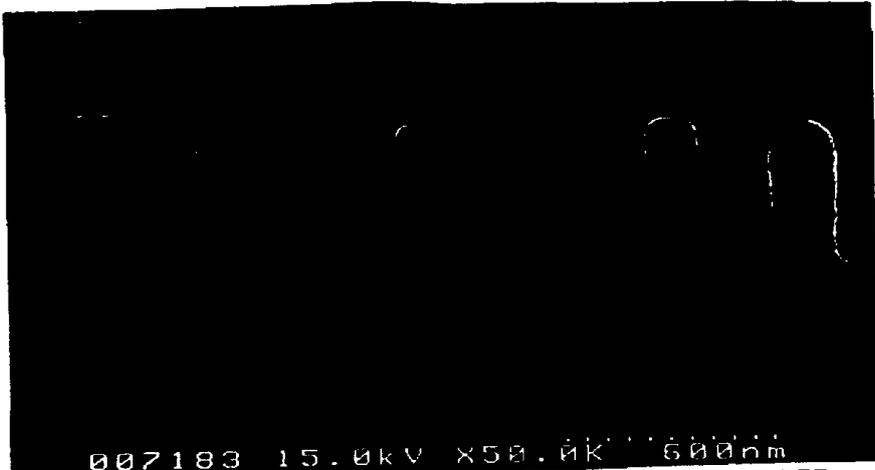


도면14



도면15

혼성 레지스트 KRS 1.6
.375 μm 레티클 L/S, 0 μm 초점



007183 15.0kV X50.0K 600nm
MS2, 14 mj, 100 sec 현 상 / .14 N TMAH, 110 PAB/PEB