

	(19) 대한민국특허청(KR) (12) 공개특허공보(A)	(11) 공개번호 10-2018-0087665 (43) 공개일자 2018년08월02일
(51) 국제특허분류(Int. Cl.) H01L 21/027 (2006.01) C23C 16/455 (2006.01) C23C 16/56 (2006.01) H01L 21/02 (2006.01) H01L 21/28 (2006.01)	(71) 출원인 인천대학교 산학협력단 인천광역시 연수구 아카데미로 119 (송도동)	
(52) CPC특허분류 H01L 21/027 (2013.01) C23C 16/405 (2013.01)	(72) 발명자 이한보람 인천광역시 연수구 아카데미로 119 인천대학교	
(21) 출원번호 10-2017-0011978	(74) 대리인 차준용	
(22) 출원일자 2017년01월25일 심사청구일자 2017년01월25일		

전체 청구항 수 : 총 14 항

(54) 발명의 명칭 이종원소 합금화를 통한 고품질 사중패터닝 물질의 제조방법

(57) 요약

본 발명은 이종원소 합금화를 통한 고품질 사중패터닝 물질의 제조방법에 관한 것으로, 더욱 상세하게는 슈퍼사이클 원자층 증착법(Supercycle ALD)을 이용하여 이트륨산화물(Y_2O_3)을 타이타늄산화물(TiO_2)에 도핑시켜 합금화함으로써, 기존 타이타늄산화물(TiO_2) 박막의 후속 열처리 공정에 의한 표면거칠기 증가 문제를 해결하여 고품질의 사중패터닝용 물질을 제공할 수 있도록 한 방법에 관한 것이다.

대표도 - 도2



(52) CPC특허분류

C23C 16/45527 (2013.01)
C23C 16/45553 (2013.01)
C23C 16/56 (2013.01)
H01L 21/02109 (2013.01)
H01L 21/02153 (2013.01)
H01L 21/02156 (2013.01)
H01L 21/0228 (2013.01)
H01L 21/28194 (2013.01)

이 발명을 지원한 국가연구개발사업

과제고유번호	201501490002
부처명	산업통상자원부
연구관리전문기관	연구지원팀(연구과제)
연구사업명	반도체산업향 미래 반도체소자 원천기술 개발사업
연구과제명	게이트 스페이서 및 다중 패터닝 기술을 위한 SiN / SiO ₂ 플라즈마 원자층 증착 공정 및 대체기술 개발(RCMS)
기 여 율	1/1
주관기관	한양대학교 에리카 산학협력단
연구기간	2016.06.01 ~ 2017.05.31

명세서

청구범위

청구항 1

슈퍼사이클 원자층 증착법(Supercycle ALD)을 이용한 다중패터닝용 물질의 제조방법으로서,
 기판 상에 원자층 증착법(Atomic layer deposition; ALD)을 이용하여 타이타늄산화물(TiO_2) 박막을 증착하는 단계를 1~1000회 반복하고, 또한 원자층 증착법(Atomic layer deposition; ALD)을 이용하여 이트륨산화물(Y_2O_3) 박막을 증착하는 단계를 1~1000회 반복하는 것을 1 슈퍼사이클로 하며,
 상기 1 슈퍼사이클을 1회 이상 수행하여 이트륨산화물(Y_2O_3)을 타이타늄산화물(TiO_2)에 도핑시켜 합금화된 박막을 형성하는 것을 특징으로 하는,
 이종원소 합금화를 통한 고품질 다중패터닝 물질의 제조방법.

청구항 2

제1항에 있어서,
 제조된 다중패터닝 물질은 사중패터닝(Quadruple patterning)에 사용되는 것을 특징으로 하는,
 이종원소 합금화를 통한 고품질 다중패터닝 물질의 제조방법.

청구항 3

제2항에 있어서,
 상기 1 슈퍼사이클은 1회의 이트륨산화물(Y_2O_3) ALD 공정 및 16회의 타이타늄산화물(TiO_2) ALD 공정으로 구성되는 것을 특징으로 하는,
 이종원소 합금화를 통한 고품질 다중패터닝 물질의 제조방법.

청구항 4

제1항에 있어서,
 상기 기판으로는 실리콘(Si) 기판을 사용하는 것을 특징으로 하는,
 이종원소 합금화를 통한 고품질 다중패터닝 물질의 제조방법.

청구항 5

제3항에 있어서,
 상기 이트륨산화물(Y_2O_3) ALD 공정의 전구체로는 비스-이소프로필사이클로펜타디에닐-디-이소프로필아세트아미드네이트-이트륨(Yerba: $\text{Y}(\text{iPrCp})_2(\text{N-iPr-amd})$)을 사용하는 것을 특징으로 하는,
 이종원소 합금화를 통한 고품질 다중패터닝 물질의 제조방법.

청구항 6

제3항에 있어서,

상기 이트륨산화물(Y_2O_3) ALD의 단위 공정은 8초 동안의 이트륨 전구체 흡착, 10초 동안의 퍼징, 3초 동안의 반응가스 주입, 및 10초 동안의 퍼징 순으로 진행되는 것을 특징으로 하는,

이종원소 합금화를 통한 고품질 다중패터닝 물질의 제조방법.

청구항 7

제3항에 있어서,

상기 타이타늄산화물(TiO_2) ALD 공정의 전구체로는 타이타늄테트라이소프로폭사이드(TTIP: $Ti(OC_3H_7)_4$)를 사용하는 것을 특징으로 하는,

이종원소 합금화를 통한 고품질 다중패터닝 물질의 제조방법.

청구항 8

제3항에 있어서,

상기 타이타늄산화물(TiO_2) ALD의 단위 공정은 2초 동안의 타이타늄 전구체 흡착, 5초 동안의 퍼징, 3초 동안의 반응가스 주입, 및 5초 동안의 퍼징 순으로 진행되는 것을 특징으로 하는,

이종원소 합금화를 통한 고품질 다중패터닝 물질의 제조방법.

청구항 9

제3항에 있어서,

상기 이트륨산화물(Y_2O_3) ALD 공정 및 타이타늄산화물(TiO_2) ALD 공정의 반응가스로는 오존(O_3)을 사용하는 것을 특징으로 하는,

이종원소 합금화를 통한 고품질 다중패터닝 물질의 제조방법.

청구항 10

제1항에 있어서,

상기 슈퍼사이클 원자층 증착법(Supercycle ALD)은 200℃에서 수행되는 것을 특징으로 하는,

이종원소 합금화를 통한 고품질 다중패터닝 물질의 제조방법.

청구항 11

제1항에 있어서,

상기 1 슈퍼사이클을 1~1000회 수행하여 원하는 두께의 다중패터닝 물질 박막을 얻는 것을 특징으로 하는,

이종원소 합금화를 통한 고품질 다중패터닝 물질의 제조방법.

청구항 12

제11항에 있어서,
제조된 다중패터닝 물질 박막의 두께는 15~18 nm인 것을 특징으로 하는,
이종원소 합금화를 통한 고품질 다중패터닝 물질의 제조방법.

청구항 13

제1항에 있어서,
제조된 다중패터닝 물질 박막에 대해 400℃에서 1시간 동안 후속 열처리를 수행하는 것을 특징으로 하는,
이종원소 합금화를 통한 고품질 다중패터닝 물질의 제조방법.

청구항 14

제13항에 있어서,
상기 후속 열처리 후 다중패터닝 물질 박막의 표면거칠기가 1.92Å에서 1.53Å으로 감소하는 것을 특징으로 하는,
이종원소 합금화를 통한 고품질 다중패터닝 물질의 제조방법.

발명의 설명

기술 분야

[0001] 본 발명은 이종원소 합금화를 통한 고품질 사중패터닝 물질의 제조방법에 관한 것으로, 더욱 상세하게는 슈퍼사이클 원자층 증착법(Supercycle ALD)을 이용하여 이트륨산화물(Y_2O_3)을 타이타늄산화물(TiO_2)에 도핑시켜 합금화함으로써, 기존 타이타늄산화물(TiO_2) 박막의 후속 열처리 공정에 의한 표면거칠기 증가 문제를 해결하여 고품질의 사중패터닝용 물질을 제공할 수 있도록 한 방법에 관한 것이다.

배경 기술

[0003] 다중패터닝(Multiple patterning)은 피쳐 밀도(Feature density)를 증가시키기 위한 포토리소그래피를 위해 개발된 기술을 지칭한다. 예를 들어 이중패터닝에서는 피쳐의 예상 개수가 2배로 생성되도록 리소그래피 공정이 늘어나는바, 구체적으로 2회의 노광 및 2회의 식각 공정이 수행되게 된다.

[0004] 즉, 집적도가 높은 반도체 소자를 제작하기 위해 노광 공정을 포함한 다중패터닝을 사용하고 있는데, 종래와 같은 이중패터닝은 미세패턴을 구현하는데 있어 한계에 도달하였다.

[0005] 이를 해결하기 위해, 도 1과 같은 사중패터닝(Quadruple patterning) 방법이 제시되었으며, 이러한 사중패터닝을 위한 박막 물질로는 SiO_2 가 일반적으로 사용되고 있다.

[0006] 그러나, 사중패터닝 물질로서 SiO_2 는 현재 반도체 분야 등에서 요구되는 고도의 니즈를 충족시키기에 다소 부족함이 있어, 더 높은 박막 밀도와 식각 선택비를 구현할 수 있는 새로운 물질의 개발이 요구되게 되었다.

[0007] 새로운 물질 후보들 중에서 TiO_2 는 SiO_2 보다 박막 밀도가 높아, 유력한 사중패터닝 물질로 연구되고 있다.

[0008] 그러나, 이러한 TiO_2 는 박막 형성 후 후속 열처리 공정에서 결정화로 인해 박막의 표면거칠기가 열처리 전보다 증가하는 큰 문제점을 지니고 있다.

선행기술문헌

특허문헌

[0010] (특허문헌 0001) 한국등록특허 제10-1624814호

발명의 내용

해결하려는 과제

[0011] 본 발명은 상기와 같은 종래기술의 문제점을 해결하고자 한 것으로, 기존의 타이타늄산화물(TiO_2)이 후속 열처리 공정에 의해 박막의 표면거칠기가 증가하는 문제를 해결하여 고품질의 사중패터닝용 물질을 제공할 수 있는 새로운 방법을 제공함을 기술적 과제로 한다.

과제의 해결 수단

[0013] 상기한 기술적 과제를 달성하고자, 본 발명은 슈퍼사이클 원자층 증착법(Supercycle ALD)을 이용한 다중패터닝용(특히, 사중패터닝용) 물질의 제조방법으로서, 기판 상에 원자층 증착법(Atomic layer deposition; ALD)을 이용하여 타이타늄산화물(TiO_2) 박막을 증착하는 단계를 1~1000회 반복하고, 또한 원자층 증착법(Atomic layer deposition; ALD)을 이용하여 이트륨산화물(Y_2O_3) 박막을 증착하는 단계를 1~1000회 반복하는 것을 1 슈퍼사이클로 하며, 상기 1 슈퍼사이클을 1회 이상 수행하여 이트륨산화물(Y_2O_3)을 타이타늄산화물(TiO_2)에 도핑시켜 합금화된 박막을 형성하는 것을 특징으로 하는, 이종원소 합금화를 통한 고품질 다중패터닝 물질의 제조방법을 제공한다.

발명의 효과

[0015] 본 발명은 슈퍼사이클 원자층 증착법(Supercycle ALD)을 이용하여 이트륨산화물(Y_2O_3)을 타이타늄산화물(TiO_2)에 도핑시켜 합금화된 박막을 형성함으로써, 기존 타이타늄산화물(TiO_2) 박막의 후속 열처리 공정에 의한 표면거칠기 증가 문제가 해소된 고품질의 사중패터닝용 물질을 제공할 수 있다.

[0016] 이러한 본 발명은 기존 노광 공정의 한계를 극복하여 반도체 소자의 미세패턴 구현을 가능하게 하여 초집적 반도체 소자의 생산을 가능하게 한다.

[0017] 나아가, 본 발명은 모든 반도체 분야에 걸쳐 넓은 활용성을 가지고 있으며, 반도체 소자뿐만 아니라 메모리 분야 등 미세패턴이 필요한 환경에 광범위하게 적용할 수 있는 장점이 있다.

도면의 간단한 설명

[0019] 도 1은 사중패터닝의 공정 과정을 개략적으로 보여주는 도면이다.

도 2는 본 발명에 따른 슈퍼사이클 원자층 증착법(Supercycle ALD)을 이용한 다중패터닝용 물질의 제조방법에 관한 공정 요소를 개략적으로 보여주는 도면이다.

도 3은 원자층 증착법으로 형성시킨 순수한 타이타늄산화물(TiO_2) 박막과 본 발명에 따라 이트륨(Y)이 도핑된 타이타늄산화물(TiO_2) 박막의 후속 열처리 전/후, 각각의 표면거칠기 변화를 보여주는 AFM 이미지이다.

발명을 실시하기 위한 구체적인 내용

- [0020] 이하, 본 발명에 대해 상세히 설명한다.
- [0022] 본 발명에 따른 이종원소 합금화를 통한 고품질 다중패터닝 물질의 제조방법은,
- [0023] 슈퍼사이클 원자층 증착법(Supercycle ALD)을 이용한 다중패터닝용(특히, 사중패터닝용) 물질의 제조방법으로서,
- [0024] 기판 상에 원자층 증착법(Atomic layer deposition; ALD)을 이용하여 타이타늄산화물(TiO_2) 박막을 증착하는 단계를 1~1000회 반복하고, 또한 원자층 증착법(Atomic layer deposition; ALD)을 이용하여 이트륨산화물(Y_2O_3) 박막을 증착하는 단계를 1~1000회 반복하는 것을 1 슈퍼사이클로 하며,
- [0025] 상기 1 슈퍼사이클을 1회 이상 수행하여 이트륨산화물(Y_2O_3)을 타이타늄산화물(TiO_2)에 도핑시켜 합금화된 박막을 형성하는 것을 특징으로 한다.
- [0027] 본 발명에 있어서, 상기 1 슈퍼사이클은 1회의 이트륨산화물(Y_2O_3) ALD 공정 및 16회의 타이타늄산화물(TiO_2) ALD 공정으로 구성되는 것, 즉 이트륨산화물(Y_2O_3) ALD 공정 및 타이타늄산화물(TiO_2) ALD 공정이 1:16의 비율로 실행되는 것이 바람직하다. 이때 1회의 이트륨산화물(Y_2O_3) ALD 공정을 실행하는 시기는 특별히 제한되지 않으며, 예를 들어 타이타늄산화물(TiO_2) ALD 공정을 최초 실행한 뒤, 제2회째 내지 제17회째 ALD 공정 중 어느 하나(예컨대, 마지막 ALD 공정)를 이트륨산화물(Y_2O_3) ALD 공정으로 실시할 수 있다.
- [0029] 다중패터닝용 물질 박막이 형성되는 상기 기판으로는 원자층 증착 공정에 의한 모폴로지 변화 등 불리한 영향을 받지 않는 내성을 지니면서 그 고유의 특성을 유지할 수 있는 임의의 기판을 사용할 수 있다.
- [0030] 예를 들어, 용도에 따라 실리콘(Si) 기판, 실리카(SiO_2) 기판 또는 백금(Pt) 기판 등을 사용할 수 있으며, 반도체 소자용으로는 실리콘(Si) 기판을 사용하는 것이 적합하다.
- [0032] 타이타늄산화물(TiO_2)에 도핑되는 물질인 상기 이트륨산화물(Y_2O_3)은 희토류 산화물의 일종으로서, 타이타늄산화물(TiO_2)과 합금을 형성하여 후속 열처리 공정에 의한 타이타늄산화물(TiO_2) 박막의 품질 저하(표면거칠기 증가) 문제를 해결함과 동시에, 그 자체로도 열적 안정성, 내열성 및 내구성이 우수한 장점이 있다.
- [0034] 상기 이트륨산화물(Y_2O_3) ALD 공정의 이트륨 전구체로는 ALD법에 적용될 수 있는 것, 예를 들어 이트륨 금속 원자에 결합된 리간드(Ligand)의 종류에 따라 유기 금속(Metal organic), 할로겐화 금속(Metal halide) 등을 사용할 수 있으며, 바람직하게는 비스-이소프로필사이클로펜타디에닐-디-이소프로필아세트아미디네이트-이트륨(Yerba: $Y(iPrCp)_2(N-iPr-amd)$)을 사용한다.
- [0036] 또한, 상기 이트륨산화물(Y_2O_3) ALD의 단위 공정은 8초 동안의 이트륨 전구체 흡착, 10초 동안의 퍼징, 3초 동안의 반응가스 주입, 및 10초 동안의 퍼징 순으로 진행되는 것일 수 있으나, 단위 공정을 구성하는 각 단계의 실행시간은 필요에 따라 적절히 조절할 수 있다.
- [0038] 상기 타이타늄산화물(TiO_2) ALD 공정의 타이타늄 전구체로는 ALD법에 적용될 수 있는 것, 예를 들어 타이타늄 금속 원자에 결합된 기능기의 종류에 따라 유기 금속(Metal organic), 할로겐화 금속(Metal halide) 등을 사용할 수 있으며, 바람직하게는 타이타늄테트라이소프로폭사이드(TTIP: $Ti(OC_3H_7)_4$)를 사용한다.

- [0040] 또한, 상기 타이타늄산화물(TiO_2) ALD의 단위 공정은 2초 동안의 타이타늄 전구체 흡착, 5초 동안의 퍼징, 3초 동안의 반응가스 주입, 및 5초 동안의 퍼징 순으로 진행되는 것일 수 있으나, 단위 공정을 구성하는 각 단계의 실행시간은 필요에 따라 적절히 조절할 수 있다.
- [0042] 상기 이트륨산화물(Y_2O_3) ALD 공정 및 타이타늄산화물(TiO_2) ALD 공정에서 흡착된 금속 전구체와의 반응을 위한 반응가스로는 오존(O_3), 산소(O_2), 산소(O_2) 플라즈마 또는 수증기(H_2O) 등을 사용할 수 있으며, 바람직하게는 오존(O_3)을 사용한다.
- [0044] 본 발명에 따른 슈퍼사이클 원자층 증착법(Supercycle ALD)은 기판의 온도를 $200^{\circ}C \sim 400^{\circ}C$ 로 유지하여 수행할 수 있으며, 예를 들어 $200^{\circ}C$ 의 조건에서 이트륨산화물(Y_2O_3) ALD 공정 및 타이타늄산화물(TiO_2) ALD 공정을 각각 수행할 수 있다.
- [0046] 본 발명에서는, 상기 1 슈퍼사이클을 1~1000회 수행하여 원하는 두께의 다중패터닝 물질 박막을 얻을 수 있으며, 바람직하게는 최종 형성되는 합금화 박막의 두께가 15~18 nm 정도가 되도록 슈퍼사이클 실행 횟수를 조절하도록 한다.
- [0048] 일 구체예에서, 본 발명의 슈퍼사이클 원자층 증착법(Supercycle ALD)을 구성하는 이트륨산화물(Y_2O_3) ALD 공정 및 타이타늄산화물(TiO_2) ALD 공정 각각은,
- [0049] a) 사이클을 수행하기 전에, 기판으로서 실리콘(Si) 기판을 준비한 후, 기판 상에 형성된 자연 산화막(Native oxide)을 제거한 다음, 소정 온도(예컨대, $200^{\circ}C$)로 가열하고,
- [0050] b) 가열된 기판 위로 기화된 금속 전구체를 공급(투여)하여 흡착시키고, 퍼징가스(예컨대, 비활성 기체)를 통해 흡착되지 않은 전구체를 제거하는 단계; 및
- [0051] c) 금속 전구체가 흡착된 기판 위에 오존(O_3)을 접촉(투여) 및 금속 전구체와 반응시켜 금속산화물 박막을 형성하고, 퍼징가스를 통해 오존(O_3)을 비롯한 잉여의 화학물질을 제거하는 단계;를 순차적으로 반복하여 수행되는 것일 수 있다.
- [0053] 본 발명에 따라 제조된 다중패터닝 물질 박막은 후속 열처리 공정을 거치기 되는데, 본 발명자들은 $400^{\circ}C$ 에서 1 시간 동안의 후속 열처리를 수행한 경우, 다중패터닝 물질 박막의 표면거칠기가 증가하지 않고, 오히려 감소하게 됨을 실험을 통해 구체적으로 확인하였다.
- [0055] 이하, 실시예 및 실험예를 통해 본 발명을 보다 구체적으로 설명한다. 그러나 이들 예는 본 발명의 이해를 돕기 위한 것일 뿐 어떠한 의미로든 본 발명의 범위가 이들 예로 한정되는 것은 아니다.
- [0057] 실시예: 고품질 사중패터닝 물질의 제조
- [0058] 고품질 사중패터닝 물질 제조를 위해, 실리콘 기판 위에서 슈퍼사이클 원자층 증착법을 수행하였다.
- [0059] 도 2와 같이 이트륨산화물(Y_2O_3)과 타이타늄산화물(TiO_2)을 1:16의 ALD 공정사이클을 1 슈퍼사이클로 하여 $200^{\circ}C$ 에서 증착을 진행하였다.

- [0061] 타이타늄산화물(TiO_2) ALD 공정은 다음과 같이 수행하였다:
- [0062] 먼저, 실리콘 기판($\text{Si}(100)$ p-type)의 자연 산화막을 제거한 후, 200°C 로 가열하였다.
- [0063] 이어서, 가열된 기판 위로 기화된 타이타늄(Ti) 전구체인 TTIP를 캐리어 가스(Ar)와 함께 2초 동안 투여하였다. 이때 캐리어 가스의 유량은 50sccm 으로 유지하였다.
- [0064] 이어서, 실리콘 기판 위에 물리적 또는 화학적으로 흡착된 타이타늄 전구체를 제외한 잉여 전구체를 아르곤 퍼징가스(Purging gas)를 50sccm 의 유량으로 5초 동안 공급하여 제거하였다.
- [0065] 이어서, 타이타늄 전구체가 흡착된 기판 위에 오존(O_3)을 3초 동안 투여하여 흡착된 타이타늄 전구체를 산화시켜 타이타늄산화물(TiO_2) 박막을 성장시켰다.
- [0066] 마지막으로, 반응에 참여하지 않고 남은 화학물질을 아르곤 퍼징가스를 50sccm 의 유량으로 5초 동안 공급하여 제거하였다.
- [0067] 이러한 공정을 1 사이클로 정하고 16회 반복하여 박막을 형성시켰다.
- [0069] 이트륨산화물(Y_2O_3) ALD 공정은 다음과 같이 수행하였다:
- [0070] 200°C 로 가열된 실리콘 기판 위로 기화된 이트륨(Y) 전구체인 Yerba를 캐리어 가스(Ar)와 함께 8초 동안 투여하였다. 이때 캐리어 가스의 유량은 50sccm 으로 유지하였다.
- [0071] 이어서, 실리콘 기판 위에 물리적 또는 화학적으로 흡착된 이트륨 전구체를 제외한 잉여 전구체를 아르곤 퍼징가스(Purging gas)를 50sccm 의 유량으로 10초 동안 공급하여 제거하였다.
- [0072] 이어서, 이트륨 전구체가 흡착된 기판 위에 오존(O_3)을 3초 동안 투여하여 흡착된 이트륨 전구체를 산화시켜 이트륨산화물(Y_2O_3) 박막을 성장시켰다.
- [0073] 마지막으로, 반응에 참여하지 않고 남은 화학물질을 아르곤 퍼징가스를 50sccm 의 유량으로 10초 동안 공급하여 제거하였다.
- [0074] 이러한 공정을 1 사이클로 정하고 1회 실시하여 박막을 형성시켰다.
- [0076] 상기와 같이 1회의 이트륨산화물(Y_2O_3) ALD 단위 공정 및 16회의 타이타늄산화물(TiO_2) ALD 단위 공정으로 이루어진 1 슈퍼사이클 공정을 반복수행하여 두께 $15\sim 18\text{ nm}$ 의 박막을 최종적으로 형성하였다.
- [0077] 이어서, 형성된 박막을 퍼니스를 이용하여 질소분위기 하에서 400°C 로 1시간 동안 후속 열처리하였다.
- [0079] 실험예: 열처리 전/후 표면거칠기 측정
- [0080] 원자층 증착법으로 형성시킨 타이타늄산화물(TiO_2) 박막과 이트륨이 도핑된 타이타늄산화물(TiO_2) 박막의 표면거칠기(R_q)를 AFM 측정을 통해 비교하였다.
- [0081] 도 3과 같이, 순수한 타이타늄산화물(TiO_2) 박막의 경우, 열처리 후에 표면거칠기가 $1.98\text{ \AA}$ 에서 $2.95\text{ \AA}$ 으로 증가하였다.
- [0082] 반면, 이트륨이 도핑된 타이타늄산화물(TiO_2) 박막의 경우, 열처리 후에 표면거칠기가 $1.92\text{ \AA}$ 에서 $1.53\text{ \AA}$ 으로 20.3%나 감소하였다.

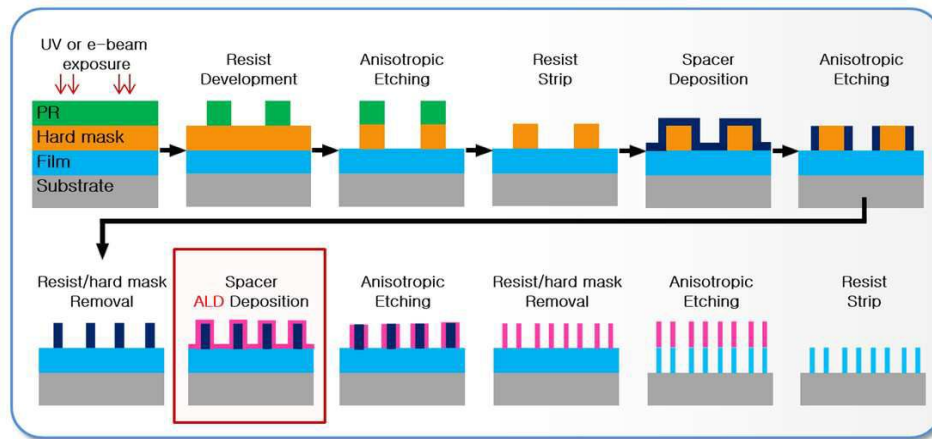
산업상 이용가능성

- [0084] 본 발명은 기존 노광 공정의 한계를 극복하여 반도체 소자의 미세패턴 구현을 가능하게 하여 초집적 반도체 소

자의 생산을 가능하게 하고, 모든 반도체 분야에 넓은 활용성을 가지고 있으며, 반도체 소자뿐만 아니라 메모리 분야 등 미세패턴이 필요한 환경이라면 폭 넓게 적용이 가능한 기술이다.

도면

도면1



도면2



도면3

