



(19) 대한민국특허청(KR)
(12) 등록특허공보(B1)

(45) 공고일자 2010년09월07일
(11) 등록번호 10-0980900
(24) 등록일자 2010년09월01일

(51) Int. Cl.
C23C 16/40 (2006.01) *C23C 16/455* (2006.01)
(21) 출원번호 10-2007-0112572
(22) 출원일자 2007년11월06일
심사청구일자 2007년11월06일
(65) 공개번호 10-2008-0043705
(43) 공개일자 2008년05월19일
(30) 우선권주장
11/559,491 2006년11월14일 미국(US)
(56) 선행기술조사문헌
KR1020030084110 A*
KR1020040077462 A*
KR1020060079347 A
*는 심사관에 의하여 인용된 문헌

(73) 특허권자
애플라이드 머티어리얼스, 인코포레이티드
미국 95054 캘리포니아 산타 클라라 바우어스 애
브뉴 3050
(72) 발명자
마하자니, 메이트레이
미국 95070 캘리포니아 사라토가 놀우드 드라이브
20255
후앙, 이-차우
미국 94539 캘리포니아 프레몬트 크루즈 코트
40972
맥도우갈, 브렌단
미국 94550 캘리포니아 리버모어 아파트먼트 57
차로테 웨이 5665
(74) 대리인
남상선

전체 청구항 수 : 총 12 항

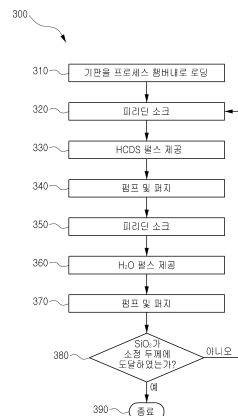
심사관 : 송종민

(54) 저온 원자층 증착 SiO_2

(57) 요약

본 발명은 이산화실리콘 원자층 증착 방법을 포함한다. 촉매로서 피리딘을 제공함으로써, 저온에서 증착하는 동안 물이 산화 공급원으로서 이용될 수 있다. 기판을 물에 노출시키기에 앞서서, 기판이 피리딘 소크 프로세스에 노출될 수 있다. 또한, 물이 별개의 도관을 통해 피리딘과 함께 챔버내로 공동-유동되어 챔버로의 유입전에 발생할 수 있는 상호작용을 감소시킬 수 있다. 그 대신에, 피리딘과 반응하지 않는 실리콘 전구체와 함께 피리딘이 공동 유동될 수 있다.

대표도 - 도3



특허청구의 범위

청구항 1

이산화실리콘 증착 방법으로서:

- (a) 하나 이상의 기판을 챔버내에 위치시키는 단계;
- (b) 상기 하나 이상의 기판을 제 1 피리딘 소크에 노출시키는 단계;
- (c) 상기 하나 이상의 기판을 실리콘 전구체 및 피리딘에 노출시키는 단계로서, 상기 실리콘 전구체 및 피리딘이 챔버 내로 동시에 펄스화되는, 하나 이상의 기판을 실리콘 전구체 및 피리딘에 노출시키는 단계;
- (d) 상기 하나 이상의 기판을 제 2 피리딘 소크에 노출시키는 단계; 그리고
- (e) 상기 하나 이상의 기판을 산화 공급원 및 피리딘에 노출시키는 단계로서, 상기 산화 공급원 및 피리딘이 챔버 내로 동시에 펄스화되는, 하나 이상의 기판을 산화 공급원 및 피리딘에 노출시키는 단계; 를 순차적으로 포함하는

이산화실리콘 증착 방법.

청구항 2

삭제

청구항 3

제 1 항에 있어서,

상기 하나 이상의 기판을 퍼지 가스에 노출시키는 단계를 더 포함하는

이산화실리콘 증착 방법.

청구항 4

삭제

청구항 5

삭제

청구항 6

삭제

청구항 7

제 3 항에 있어서,

상기 산화 공급원 및 피리딘이 별개의 유입구들을 통해 챔버내로 유동하는

이산화실리콘 증착 방법.

청구항 8

제 1 항에 있어서,

상기 실리콘 전구체가 헥사클로로디실란을 포함하는

이산화실리콘 증착 방법.

청구항 9

제 1 항에 있어서,
상기 산화 공급원이 H_2O 를 포함하는
이산화실리콘 증착 방법.

청구항 10

제 1 항에 있어서,
상기 단계(b) 내지 단계(e)를 한차례 이상 반복하는 단계를 더 포함하는
이산화실리콘 증착 방법.

청구항 11

이산화실리콘 증착 방법으로서:

- (a) 하나 이상의 기판을 챔버내에 위치시키는 단계;
- (b) 상기 챔버 내로 피리딘을 유동시킴으로써 상기 하나 이상의 기판을 제 1 피리딘 소크에 노출시키는 단계;
- (c) 상기 하나 이상의 기판을 상기 제 1 피리딘 소크에 계속적으로 노출시키면서 상기 하나 이상의 기판을 실리콘 전구체에 노출시키는 단계;
- (d) 상기 챔버 내로의 피리딘의 유동을 중단시키는 단계;
- (e) 상기 챔버를 퍼지하는 단계;
- (f) 상기 챔버 내로 피리딘을 유동시킴으로써 상기 하나 이상의 기판을 제 2 피리딘 소크에 노출시키는 단계;
- (g) 상기 하나 이상의 기판을 상기 제 2 피리딘 소크에 계속적으로 노출시키면서 상기 하나 이상의 기판을 산화 공급원에 노출시키는 단계로서, 상기 제 2 피리딘 소크 및 산화 공급원이 개별적인 유입구들을 통해서 상기 챔버내로 유동되는, 상기 하나 이상의 기판을 산화 공급원에 노출시키는 단계; 를 포함하는
이산화실리콘 증착 방법.

청구항 12

삭제

청구항 13

삭제

청구항 14

삭제

청구항 15

제 11 항에 있어서,
상기 실리콘 전구체 및 피리딘이 별개의 유입구들을 통해 챔버내로 유동하는
이산화실리콘 증착 방법.

청구항 16

제 11 항에 있어서,
상기 실리콘 전구체가 헥사클로로디실란을 포함하는

이산화실리콘 증착 방법.

청구항 17

제 11 항에 있어서,

상기 산화 공급원이 H_2O 를 포함하는

이산화실리콘 증착 방법.

청구항 18

제 11 항에 있어서,

상기 단계(b) 및 단계(g)를 한차례 이상 반복하는 단계를 더 포함하는

이산화실리콘 증착 방법.

청구항 19

삭제

청구항 20

이산화실리콘 증착 방법으로서:

하나 이상의 기판을 챔버내에 위치시키는 단계;

상기 하나 이상의 기판을 제 1 피리딘 소크에 10 초 이상 노출시키는 단계;

상기 하나 이상의 기판을 헥사클로로디실란 및 피리딘에 노출시키는 단계로서, 상기 헥사클로로디실란 및 피리딘이 상기 챔버 내로 동시에 펄스화되는, 상기 하나 이상의 기판을 헥사클로로디실란 및 피리딘에 노출시키는 단계;

상기 하나 이상의 기판을 제 2 피리딘 소크에 노출시키는 단계; 그리고 이어서

상기 하나 이상의 기판을 H_2O 및 피리딘에 노출시키는 단계로서, 상기 피리딘 및 H_2O 는 별개의 유입구들을 통해서 상기 챔버내로 유동하는, 하나 이상의 기판을 H_2O 및 피리딘에 노출시키는 단계; 를 포함하는

이산화실리콘 증착 방법.

명세서

발명의 상세한 설명

기술 분야

[0001] 본 발명은 개략적으로 원자층 증착(ALD)에 의해 이산화실리콘을 증착하는 방법에 관한 것이다.

배경 기술

[0002] 반도체 프로세싱, 평판 디스플레이 프로세싱 또는 기타 전자 소자 프로세싱 분야에서, 기판상에 물질을 증착하는데 있어서 증착 프로세스들이 중요한 역할을 하고 있다. 전자 소자의 기하학적 형상이 계속적으로 축소되고 있고 소자들의 밀도가 계속적으로 높아짐에 따라, 피쳐(features)의 크기 및 종횡비가 점점 더 공격적(aggressive)이 되고 있다. 따라서, 이들 소자를 형성하기 위한 등각(conformal) 증착이 점점 더 중요해지고 있다.

[0003] 종래의 화학기상증착(CVD)은 약 $0.15 \mu m$ 까지 소자의 기하학적 형상 및 종횡비 측면에서 성공적인 것으로 입증되었으나, 보다 진보적인 소자의 기하학적 형상에서는 대안적인 증착 기술이 요구되고 있다. 하나의 기술로서,

ALD가 상당한 관심을 받고 있다. ALD 프로세스 중에, 반응제(reactant) 가스들이 기판을 포함하는 프로세스 챔버내로 순차적으로 도입된다. 일반적으로, 제 1 반응제가 프로세스 챔버내로 펄스화되고(pulsed) 기판 표면으로 흡착된다. 이어서, 제 2 반응제가 프로세스 챔버내로 펄스화되고 제 1 반응제와 반응하여 증착 물질을 형성한다. 펌프 단계가 각 반응제 가스 공급 사이에서 실시될 것이다. 퍼지 단계는 반응제 가스 공급 사이에서 캐리어 가스 또는 펄스 퍼지를 이용한 연속적인 퍼지가 될 수 있다.

[0004] ALD에 의한 이산화실리콘의 형성은 소위 당업계에 공지된 프로세스이다. ALD에 의한 이산화실리콘의 형성중에, 실리콘 전구체(precursor)가 챔버내로 펄스화되고, 이어서 산화 공급원(oxidizing source)이 후속된다. 물이 산화 공급원으로 이용될 때, ALD 프로세스는 물의 중간 정도의 반응성으로 인해 통상적으로 높은 온도 및 긴 노출 시간을 필요로 한다.

[0005] 그에 따라, ALD에서 물을 이용할 때 이산화실리콘을 저온에서 증착하기 위한 방법 및 장치가 당업계에서 요구되고 있다.

발명의 내용

[0006] 본 발명은 대체적으로 이산화실리콘 ALD 방법을 포함한다. 촉매로서 피리딘을 제공함으로써, 저온에서 증착하는 동안 물이 산화 공급원으로서 이용될 수 있다. 기판을 물에 노출시키기에 앞서서, 기판이 피리딘 소크(soak) 프로세스에 노출될 수 있다. 또한, 물이 별개의(separate) 도관을 통해 피리딘과 함께 챔버내로 공동-유동(co-flow)되어 챔버로의 유입전에 발생할 수 있는 상호작용을 감소시킬 수 있다. 그 대신에, 피리딘과 반응하지 않는 실리콘 전구체와 함께 피리딘이 공동 유동될 수 있다.

[0007] 일 실시예에서, 이산화실리콘 증착 방법이 개시된다. 상기 방법은 기판을 챔버내로 위치시키는 단계, 기판을 하프늄 전구체에 노출시키는 단계, 상기 기판을 실리콘 전구체에 노출시키는 단계, 그리고 상기 기판을 산화 공급원 및 피리딘에 노출시키는 단계를 포함하고, 상기 피리딘 및 산화 공급원은 별개의 유입구를 통해서 챔버내로 유동된다.

[0008] 다른 실시예에서, 본 발명은 이산화실리콘 증착 방법을 포함하며, 그 방법은 기판을 챔버내로 위치시키는 단계, 기판을 핵사클로로디실란에 노출시키는 단계, 및 상기 기판을 H₂O 및 피리딘에 노출시키는 단계를 포함하고, 상기 피리딘 및 H₂O 는 별개의 유입구를 통해서 챔버내로 유동한다.

[0009] 이하에서는, 전술된 본 발명의 특징들을 보다 구체적으로 이해할 수 있도록, 첨부 도면에 일부가 도시된 실시예들을 참조하여 본 발명을 보다 구체적으로 설명한다. 그러나, 첨부 도면들은 단지 본 발명의 통상적인 실시예들을 도시한 것으로서, 본 발명의 범위를 제한하는 것으로 해석되지 않아야 할 것이며, 따라서 본 발명은 다른 균등한 실시예들도 포함하는 것으로 해석되어야 할 것이다.

[0010] 이해를 돕기 위해, 도면에서 공통되는 동일한 요소들에 대해서는 가능한 한 동일한 참조부호를 사용하여 표시하였다. 일 실시예에서 개시된 요소들은 특별한 설명이 없더라도 다른 실시예에서 유리하게 이용될 수 있다는 것을 이해할 것이다.

발명의 실시를 위한 구체적인 내용

[0011] 본 발명은 대체적으로 이산화실리콘 ALD 방법을 포함한다. 촉매로서 피리딘을 제공함으로써, 저온에서 증착하는 동안 물이 산화 공급원으로서 이용될 수 있다. 기판을 물에 노출시키기에 앞서서, 기판이 피리딘 소크 프로세스에 노출될 수 있다. 또한, 물이 별개의 도관을 통해 피리딘과 함께 챔버내로 공동-유동(co-flow)되어 챔버로의 유입전에 발생할 수 있는 상호작용을 감소시킬 수 있다. 그 대신에, 피리딘과 반응하지 않는 실리콘 전구체와 함께 피리딘이 공동 유동될 수 있다.

[0012] 도 1은 본 발명의 일 실시예에 따른 장치(100)를 개략적으로 도시한다. 상기 장치(100)는 진공 챔버(102)를 포함한다. 상기 장치(100)는 기판(104) 놓이는 하나 이상의 서셉터(susceptors; 106)를 포함할 수 있는 배치식(batch) 장치(100)일 수 있다. 일 실시예에서, 상기 장치(100)는 단일 기판(104) 장치일 수도 있다. 생산량을 증대시키기 위해 하나 이상의 기판(104)을 동시에 프로세싱하는 것이 유리할 것이다. 배치식 프로세스에서 발생할 수 있는 하나의 문제점은 웨이퍼들을 균일하게 유지하는 것이다.

[0013] 전구체가 인젝터 플리넘(108)을 통해 장치(100)로 공급될 수 있다. 인젝터 플리넘(108)은 플리넘 벽(110) 및

인젝션 플레이트(114)를 포함할 수 있으며, 상기 폴리넴 벽 및 인젝션 플레이트는 인젝터 폴리넴 챔버(122)를 함께 둘러싸서 형성한다. 인젝션 플레이트(114)는 다수의 홀(116)을 구비하며, 상기 홀을 통해 전구체 가스, 퍼지 가스, 및 캐리어 가스가 진공 챔버(102)내로 유동(120)될 수 있다. 인젝션 플레이트(114)는 인젝션 폴리넴(108)을 진공 챔버(102)로부터 분리시켜, 진공 챔버(102)가 인젝터 폴리넴(108)의 저압측(112)에 위치되게 한다. 전구체, 퍼지 가스, 및 캐리어 가스가 도관(118a-118c)을 통해 인젝터 폴리넴(108)으로 도입될 수 있다.

[0014] 장치(100)는 배출 폴리넴(124)을 통해 배기될 수 있다. 배출 폴리넴은 배출 플레이트(126) 및 폴리넴 벽(130)을 포함할 수 있으며, 상기 배출 플레이트 및 폴리넴 벽은 배출 폴리넴 챔버(128)를 둘러싸서 형성한다. 다수의 홀(132)이 배출 플레이트(126)내에 있을 수 있다. 가스들은 배출 포트(136)를 통해 배출 폴리넴(124)으로부터 배기된다.

[0015] 추가적인 가스가 도관(134)을 통해 배출 폴리넴(124)으로 도입될 수 있다. 추가적인 가스는 배출 폴리넴(124) 및 진공 챔버(102)의 표면에 응축될 수도 있는 반응 부산물을 절감시키거나 변환시킬 수 있다. 스로틀 밸브(throttle valve; 138)가 진공 챔버(102) 압력을 제어할 수 있다.

[0016] ALD를 이용하여 이산화실리콘을 형성할 때, 실리콘 전구체가 장치(100)로 공급될 수 있다. 실리콘-함유 물질을 증착하는데 이용될 수 있는 예시적인 실리콘 전구체는 실란, 알킬실란, 아미노실란, 알킬아미노실란, 실라놀, 또는 알콕시 실린을 포함한다. 예를 들어, 실리콘 전구체는 $(\text{Me}_2\text{N})_4\text{Si}$, $(\text{Me}_2\text{N})_3\text{SiH}$, $(\text{Me}_2\text{N})_2\text{SiH}_2$, $(\text{Me}_2\text{N})\text{SiH}_3$, $(\text{Et}_2\text{N})_4\text{Si}$, $(\text{Et}_2\text{N})_3\text{SiH}$, $(\text{MeEtN})_4\text{Si}$, $(\text{MeEtN})_3\text{SiH}$, $\text{Si}(\text{NCO})_4$, $\text{MeSi}(\text{NCO})_3$, SiH_4 , Si_2H_6 , SiCl_4 , Si_2Cl_6 , MeSiCl_3 , HSiCl_3 , Me_2SiCl_2 , H_2SiCl_2 , $\text{MeSi}(\text{OH})_3$, $\text{Me}_2\text{Si}(\text{OH})_2$, $(\text{MeO})_4\text{Si}$, $(\text{EtO})_4\text{Si}$, 또는 그 유도체를 포함할 수 있다. 실리콘 전구체로서 유용한 다른 알킬아미노실란 화합물은 $(\text{RR}'\text{N})_{4-n}\text{SiH}_n$ 을 포함하며, 이때 R 또는 R'는 독립적으로 수소, 메틸, 에틸, 프로필 또는 부틸이며, $n=0-3$ 이다. 다른 알콕시 실란은 $(\text{RO})_{4-n}\text{SiL}_n$ 의 일반화화학식(generic chemical formula)으로 표시될 수 있으며, 이때 R은 메틸, 에틸, 프로필 또는 부틸이고, L은 H, OH, F, Cl, Br 또는 I 그리고 그 혼합물이다. 또한, 보다 고차원의(higher) 실란도 본 발명의 일부 실시예에서 실리콘 전구체로 이용될 수 있다. 보다 높은 차원의 실란은 본 명세서에 전체가 참조되는 미국 특허공개 제 2004/0224089 호에 개시되어 있다. 일부 실시예에서, 실리콘 전구체는 트리스(디메틸아미노)실란 $((\text{Me}_2\text{N})_3\text{SiH}$ 또는 트리스-DMAS), 테트라키스(디메틸아미노)실란 $((\text{Me}_2\text{N})_4\text{Si}$ 또는 TDMAS) 또는 다른 디알킬아미노실란을 포함할 수 있으며, 다른 실시예에서는 실리콘 전구체가 실란(SiH_4)을 포함할 수 있다. 또 다른 실시예에서, 실리콘 전구체가 헥사클로로디실란(HCDS)을 포함할 수 있다.

[0017] ALD 프로세싱에서 이산화실리콘을 형성하기 위한 산화 공급원은 산소 (O_2), 오존 (O_3), 원자-산소 (O), 과산화수소 (H_2O_2), 이산화질소 (N_2O), 일산화질소 (NO), 디니트로젠 퍼옥사이드 (N_2O_5), 니트로젠 디옥사이드 (NO_2), 물 (H_2O), 그 유도체 및 그들의 조합을 포함한다. 예시적인 실시예에서, 산화 공급원은 물 (H_2O)을 포함한다.

[0018] 산화 공급원로서 물을 이용할 때, ALD가 촉매가 없는 경우 보다 더 빠른 속도로 그리고 더 낮은 온도에서 진행될 수 있도록, 촉매가 공급된다. 이용될 수 있는 촉매는 암모니아 및 피리딘을 포함한다. 피리딘 및 물이 상호작용할 수 있다. 그에 따라, 물과 피리딘이 동일한 유입구 도관을 통해 챔버로 공동-유동될 때, 물과 피리딘은 챔버에 도달하기 전에 상호작용할 것이다. 물과 피리딘이 상호작용할 때, 피리딘은 촉매로서 더 이상 유효하게 작용하지 않으며, 그에 따라 ALD 증착 속도(rate)는 빨라지지 않는다.

[0019] 챔버에 도달하기 전에 물과 피리딘이 상호작용하는 것을 방지하기 위해, 독립된 공급 도관을 이용하여 독립된 인젝터 폴리넴(injector plenums)으로 피리딘과 물을 공동-유동시킬 수 있다. 도 1b는 본 발명의 일 실시예에 따른 인젝터 폴리넴(108a-c)을 개략적으로 도시하고 있다. 도 1b에 도시된 바와 같이, 각 도관(118a-118c)은 독립적인 인젝터 폴리넴(108a-108c)으로 공급된다. 그에 따라, 피리딘과 물이 챔버에 도달할 때까지 피리딘-물 상호작용이 방지될 것이다.

[0020] HCDS와 같은 실리콘 전구체는 피리딘과 상호작용하지 않는다. 그에 따라, 실리콘 전구체 및 피리딘은 동일한 도관 및 인젝터 폴리넴을 이용하여 챔버로 공동-유동될 수 있을 것이다. 일 실시예에서, 피리딘과 실리콘 전구체는 동일한 도관 및 인젝터 폴리넴을 이용하여 챔버내로 유동될 수 있다. 다른 실시예에서, 피리딘과 실리콘 전구체가 독립적인 도관 및 인젝터 폴리넴을 이용하여 챔버내로 유동될 수 있다.

[0021] 독립적인 인젝터 폴리넴 및 도관을 이용하여 챔버로 피리딘과 물을 공동-유동시키는 것에 대한 대안은, 물을 챔

버내로 도입하기에 앞서서 기판을 피리딘 소크(soak)에 노출시키는 것이다. 피리딘 소크는 다른 전구체 또는 물과 같은 산화제를 도입하지 않고 기판을 피리딘에 노출시키는 것을 포함할 수 있다. 기판은 피리딘으로 기판이 포화되기에 충분한 시간 동안 피리딘에 노출될 것이다. 일 실시예에서, 피리딘 소크는 약 10 초 보다 긴 시간 동안 이루어진다. 피리딘 소크를 실시함으로써, 충분한 촉매가 챔버내에 그리고 기판 표면에 존재하게 되어, 물 전구체가 도입되었을 때 촉매가 확실하게 존재할 수 있게 보장한다. 피리딘이 챔버내에 이미 존재하기 때문에, 챔버에 도달하기 전에 물과의 상호작용에 의해 모든 피리딘이 소모되지는 않는다. 피리딘 소크가 실시되는 경우에, 추가적인 피리딘이 산화제와 함께 그리고 실리콘 전구체와 함께 공동-유동될 수 있다. 일 실시예에서, 피리딘 소크가 실시되고, 실리콘 전구체가 챔버내로 공급되고 이어서 물이 챔버내로 공급될에도 계속 진행되어 챔버내로 유동된다. 다른 실시예에서, 피리딘 소크가 실시되고, 물 공급 및 실리콘 전구체 공급이 이루어지는 동안 피리딘 소크는 중단된다. 피리딘은 상온 내지 섭씨 약 160 도의 온도와 같은 낮은 온도에서도 반응이 일어날 수 있게 한다. 일 실시예에서, 그 온도는 섭씨 약 75 도이다.

[0022] 도 2는 본 발명의 일 실시예에 따른 증착 방법의 흐름도(200)이다. 먼저, 하나 이상의 기판이 프로세스 챔버내에 위치될 것이다(단계 210). 이어서, 기판은 피리딘 소크에 선택적으로 노출될 것이다(단계 220). 피리딘 소크는 10 초 이상의 시간 동안 이루어진다. 선택적인 피리딘 소크에 이어서, 피리딘이 챔버내로 계속적으로 유동하는 동안 HCDS가 챔버내로 도입된다(단계 230). 그 대신에, 피리딘 소크 후에 피리딘이 중단되고, 이어서 HCDS와 함께 챔버내로 펄스화될 수 있다.

[0023] HCDS의 펄스에 이어서, 챔버내로 퍼지 가스를 도입함으로써 챔버가 퍼지될 수 있다(단계 240). 이용될 수 있는 예시적인 퍼지 가스는 아르곤과 같은 불활성 가스를 포함한다. 일 실시예에서, 퍼지 가스가 질소를 포함할 수 있다. 챔버내에 존재할 수 있는 모든 HCDS 및 피리딘을 제거하기 위해 챔버를 펌핑한다. 일 실시예에서, 펌핑을 실시하지 않고, 단지 퍼지 단계만이 실시된다. 그 대신에, 퍼지 단계를 생략하고, HCDS 및 피리딘을 제거하기 위해 챔버를 펌핑할 수도 있다. 일 실시예에서, 퍼지 가스의 도입 전후에 펌핑을 실시할 수 있다. 다른 실시예에서, 퍼지 및 펌핑 모두를 반복할 수 있다. 펌핑 및/또는 퍼지는 수차례 실시될 수도 있다. 또 다른 실시예에서, 퍼지 및 펌핑이 하나의 단계에서 조합되어 실시될 수도 있다.

[0024] 펌핑 및/또는 퍼지에 이어서, 기판이 제 2 피리딘 소크에 노출된다(단계 250). 제 2 피리딘 소크는 전술한 제 1 피리딘 소크 중에서도와 같은 프로세싱 조건하에서 이루어질 수 있다. 피리딘 소크에 이어서, 피리딘이 챔버내로 계속적으로 유동하는 동안 H₂O 펄스가 챔버로 도입될 수 있다(단계 260). 그 대신에, 피리딘 소크 이후에 피리딘 유동이 중단되고, 이어서 H₂O와 함께 챔버내로 펄스화된다. 소크 단계로부터의 피리딘이 이미 챔버내에 존재하기 때문에, 촉매로서 작용하기에 충분한 피리딘이 존재하게 된다. 기판을 H₂O와 같은 산화 공급원에 노출시킨 후에, 제 2 펌핑 및/또는 퍼지 사이클(단계 270)이 전술한 바와 같은 동일한 조건하에서 실시될 수 있다.

[0025] 챔버를 펌핑 및/또는 퍼지한 후에, SiO₂의 두께가 소정(所定) 두께에 도달하였는지를 결정하기 위해 SiO₂층의 두께를 측정한다(단계 280). 소정 두께에 도달하지 못하였다면, 증착 시퀀스가 반복될 것이다. 소정 두께에 도달하였다면, 프로세스가 종료된다(단계 290).

[0026] 도 3은 본 발명의 다른 실시예에 따른 증착 방법의 흐름도(300)이다. 먼저, 하나 이상의 기판이 프로세스 챔버내에 위치될 것이다(단계 310). 이어서, 기판은 피리딘 소크에 노출될 것이다(단계 320). 피리딘 소크는 10 초 이상의 시간 동안 이루어진다. 피리딘 소크에 이어서, 피리딘이 챔버로 공급되지 않는 동안 HCDS의 펄스가 챔버내로 도입된다(단계 330). 그 대신에, 피리딘 소크 후에 피리딘 유동이 중단되고 이어서 HCDS와 함께 챔버내로 펄스화되거나 또는 피리딘이 계속적으로 공급될 수 있다.

[0027] 전술한 바와 같이, HCDS의 펄스에 이어서, 챔버가 전술한 바와 같이 퍼지되거나 및/또는 펌핑될 수 있다(단계 340). 펌핑 및/또는 퍼지에 이어서, 기판이 제 2 피리딘 소크에 노출된다(단계 350). 제 2 피리딘 소크는 전술한 바와 같은 제 1 피리딘 소크에 대한 프로세싱 조건과 동일한 조건하에서 이루어질 수 있다. 피리딘 소크에 이어서, 피리딘 유동이 중단되고 H₂O 펄스가 챔버내로 도입된다(단계 360). H₂O에 기판을 노출한 후에, 제 2 펌핑 및/또는 퍼지 사이클(단계 370)이 전술한 바와 같은 조건하에서 실시된다.

[0028] 챔버가 펌핑 및/또는 퍼지된 후에, SiO₂의 두께가 소정 두께에 도달하였는지를 결정하기 위해 SiO₂층의 두께를 측정한다(단계 380). 소정 두께에 도달하지 못하였다면, 증착 시퀀스가 반복될 것이다. 소정 두께에 도달하였다면, 프로세스가 종료된다(단계 390).

[0029] 도 4는 본 발명의 또 다른 실시예에 따른 증착 방법의 흐름도(400)이다. 먼저, 하나 이상의 기판이 프로세스

챔버내에 위치될 것이다(단계 410). 이어서, 기관이 HCDS 및 피리딘의 펄스에 노출된다(단계 420). HCDS 및 피리딘의 펄스에 이어서, 전술한 바와 유사한 방식으로 퍼지 가스를 챔버내로 도입함으로써 챔버가 퍼지될 수 있다(단계 430).

[0030] 펌핑 및/또는 퍼지에 이어서, 기관은 H_2O 및 피리딘의 동시적인 펄스에 노출된다(단계 440). H_2O 및 피리딘은 서로 상이한 유입구를 경유하고 서로 상이한 도관 라인을 통해서 챔버내로 공동-유동될 수 있다. 서로 상이한 도관 및 서로 상이한 유입구를 이용함으로써, H_2O 및 피리딘은 챔버에 도달할 때까지 서로에 대해 노출되지 않는다. 피리딘 및 H_2O 가 동일한 도관을 통해 공동-유동한다면, 피리딘 및 H_2O 는 챔버에 도달하기 전에 상호작용할 것이다. H_2O 및 피리딘이 챔버로 유입되기 전에 상호반응하는 경우에, 촉매로서의 피리딘의 효과가 감소되어 촉매가 쓸모 없게 될 수도 있을 것이다.

[0031] 기관을 H_2O 에 노출시킨 후에, 제 2 펌핑 및/또는 펌핑 사이클(단계 450)을 전술한 바와 같은 동일한 조건하에서 실시한다.

[0032] 챔버를 펌핑 및/또는 퍼지한 후에, SiO_2 의 두께가 소정 두께에 도달하였는지를 결정하기 위해 SiO_2 층의 두께를 측정한다(단계 460). 소정 두께에 도달하지 못하였다면, 증착 시퀀스가 반복될 것이다. 소정 두께에 도달하였다면, 프로세스가 종료된다(단계 470).

[0033] 도 5는 본 발명의 또 다른 실시예에 따른 증착 방법의 흐름도(500)이다. 먼저, 하나 이상의 기관이 프로세스 챔버내에 위치될 것이다(단계 510). 이어서, 기관이 피리딘 소크에 노출된다(단계 520). 피리딘 소크는 적어도 10 초 동안 이루어진다. 피리딘 소크에 이어서, 피리딘이 챔버내로 연속하여 유동되는 동안에 HCDS의 펄스가 챔버내로 도입될 수 있다(단계 530). 그 대신에, 피리딘 소크 후에 피리딘 유동이 중단되고, 이어서 HCDS와 함께 챔버내로 펄스화될 수 있다. HCDS의 펄스에 이어서, 챔버는 전술한 바와 같이 퍼지 및/또는 펌핑될 수 있다.

[0034] 펌핑 및/또는 퍼지 후에, 기관은 제 2 피리딘 소크에 노출된다(단계 550). 2 피리딘 소크는 전술한 바와 같은 제 1 피리딘 소크에 대한 프로세싱 조건과 동일한 조건하에서 이루어질 수 있다. 피리딘 소크에 이어서, 챔버내로 피리딘이 계속적으로 유동되는 동안 H_2O 펄스가 챔버내로 도입된다(단계 560). 그 대신에, 피리딘 소크 후에 피리딘 유동이 중단되고, 이어서 H_2O 와 함께 챔버내로 펄스화될 수 있다. 일 실시예에서, 피리딘 및 H_2O 가 도 4와 관련하여 전술한 바와 같이 별개의 도관들을 통해 공급된다. H_2O 에 기관을 노출한 후에, 제 2 펌핑 및/또는 퍼지 사이클(단계 570)이 전술한 바와 같은 조건하에서 실시된다.

[0035] 챔버가 펌핑 및/또는 퍼지된 후에, SiO_2 의 두께가 소정 두께에 도달하였는지를 결정하기 위해 SiO_2 층의 두께를 측정한다(단계 580). 소정 두께에 도달하지 못하였다면, 증착 시퀀스가 반복될 것이다. 소정 두께에 도달하였다면, 프로세스가 종료된다(단계 590).

[0036] 기관 프로세싱과 관련하여, 다수의 기관이 프로세싱될 수 있다는 것을 이해하여야 한다. 예를 들어, 약 2개의 기관, 약 25개의 기관, 약 50개의 기관, 또는 약 100개의 기관이 배치식 챔버내에서 프로세싱될 수 있을 것이다. 또한, 피리딘 소크가 약 1 초 내지 약 90 초의 시간 동안, 또는 약 1 분 내지 약 20 분 동안 이루어질 수 있다. 그 대신에, 피리딘 소크가 약 30 초 내지 약 60 초 동안, 또는 약 20 분 내지 약 40 분 동안 이루어질 수 있다. 또 다른 대안적인 실시예에서, 피리딘 소크가 약 1 분 내지 약 40 분 동안 이루어질 수 있다.

[0037] 별개의 도관 라인을 통해 피리딘 소크 및/또는 피리딘과 H_2O 의 공동 유동을 제공함으로써, 충분한 피리딘이 챔버 및 기관 표면에 도달할 수 있게 되고 또 피리딘이 촉매로서 작용하는 것을 보장하게 된다. H_2O 산화 분위기에서 촉매로서 피리딘을 이용함으로써, SiO_2 ALD가 섭씨 160 미만의 온도에서 빠른 속도로 이루어질 수 있다.

[0038] 본 발명의 실시예들과 관련하여 설명하였지만, 본원 발명의 다른 실시예 또는 추가적인 실시예들도 특허청구범위에 의해서 결정되는 범위내에서 실시가능할 것이다.

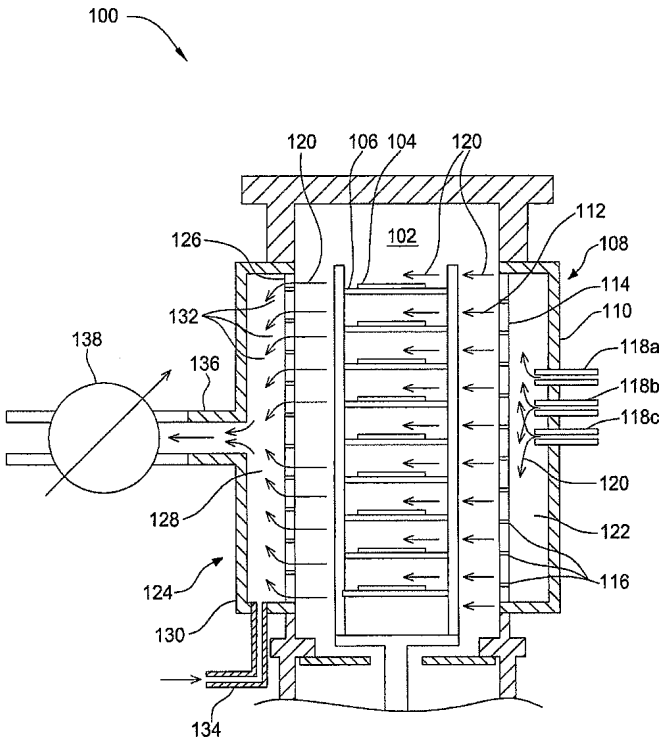
도면의 간단한 설명

[0039] 도 1a는 본 발명의 일 실시예에 따른 장치(100)를 도시한 개략도이다.

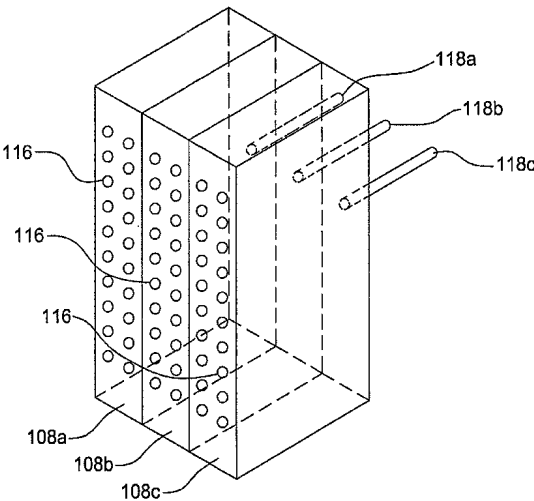
- [0040] 도 1b는 본 발명의 일 실시예에 따른 인젝터 플리넘(108a-c)을 도시한 사시도이다.
- [0041] 도 2는 본 발명의 일 실시예에 따른 증착 방법을 도시한 흐름도(200)이다.
- [0042] 도 3은 본 발명의 다른 실시예에 따른 증착 방법을 도시한 흐름도(300)이다.
- [0043] 도 4는 본 발명의 또 다른 실시예에 따른 증착 방법을 도시한 흐름도(400)이다.
- [0044] 도 5는 본 발명의 또 다른 실시예에 따른 증착 방법을 도시한 흐름도(500)이다.

도면

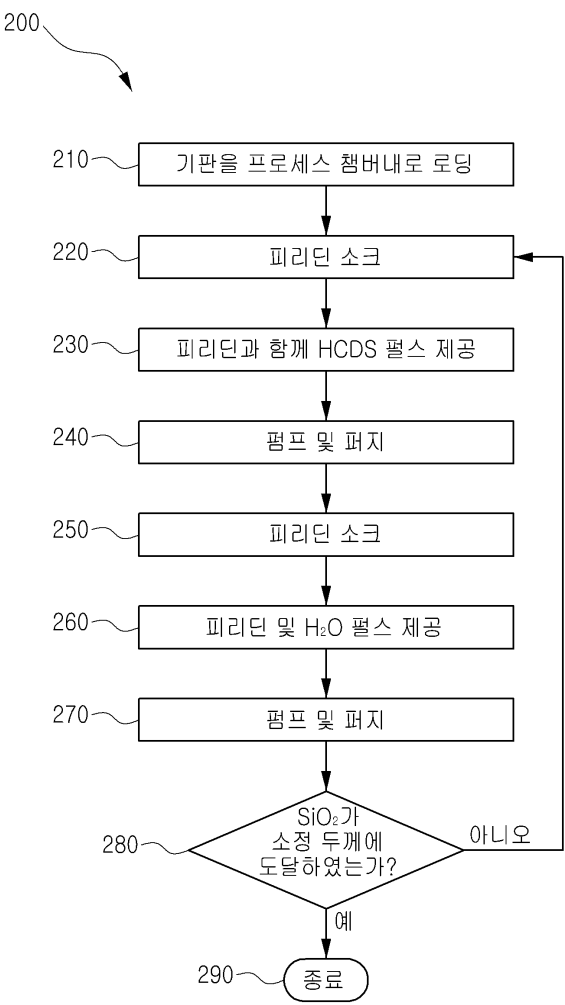
도면1a



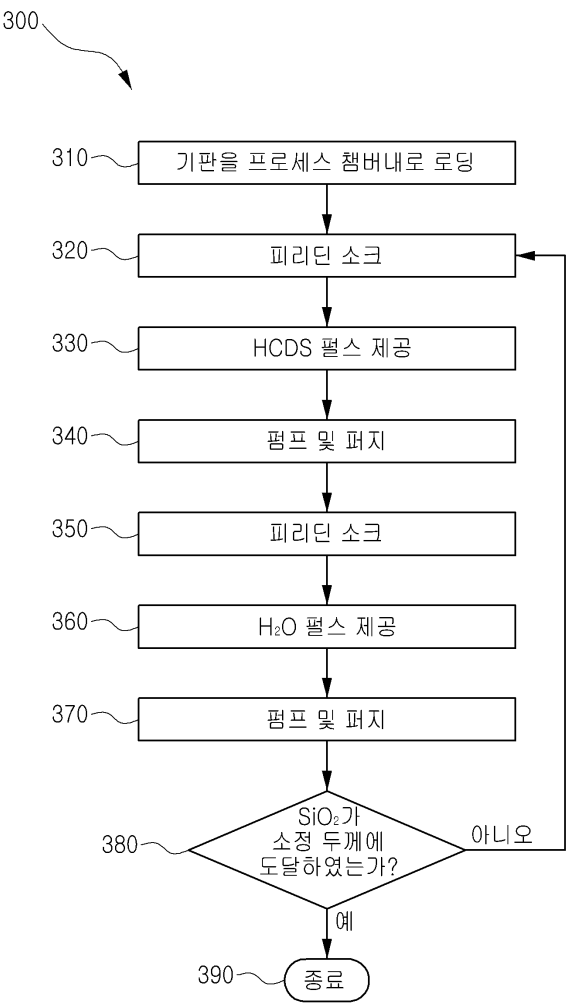
도면1b



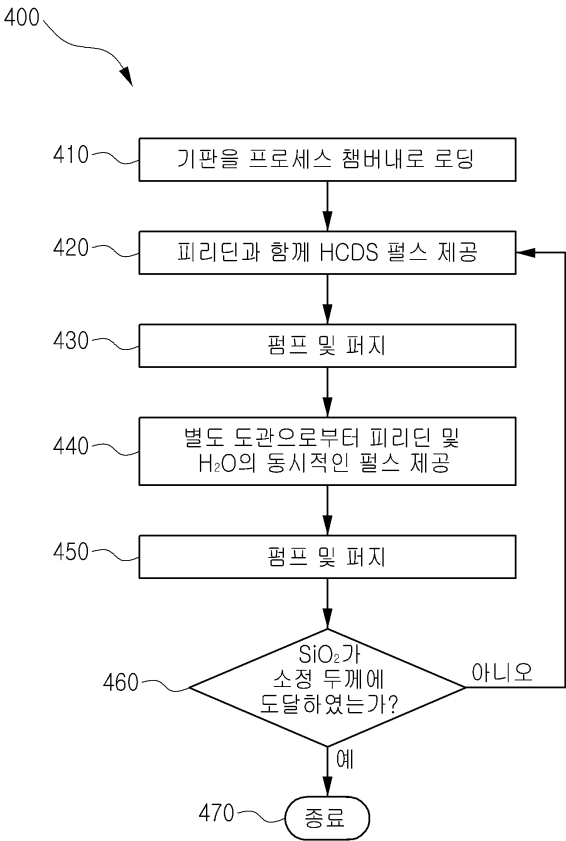
도면2



도면3



도면4



도면5

