



(19) 대한민국특허청(KR)
(12) 등록특허공보(B1)

(45) 공고일자 2023년02월02일
(11) 등록번호 10-2494614
(24) 등록일자 2023년01월27일

(51) 국제특허분류(Int. Cl.)
H01L 21/67 (2006.01) H01L 21/02 (2006.01)
H01L 21/3115 (2006.01) H01L 21/687 (2006.01)
(52) CPC특허분류
H01L 21/67109 (2013.01)
H01L 21/02247 (2013.01)
(21) 출원번호 10-2017-7030338
(22) 출원일자(국제) 2016년02월25일
심사청구일자 2021년01월22일
(85) 번역문제출일자 2017년10월20일
(65) 공개번호 10-2017-0129912
(43) 공개일자 2017년11월27일
(86) 국제출원번호 PCT/US2016/019619
(87) 국제공개번호 WO 2016/153716
국제공개일자 2016년09월29일
(30) 우선권주장
62/135,836 2015년03월20일 미국(US)
(56) 선행기술조사문헌
JP01289121 A*
JP01103840 A
KR101020116 B1
KR1020010110795 A
*는 심사관에 의하여 인용된 문헌

(73) 특허권자
어플라이드 머티어리얼스, 인코포레이티드
미국 95054 캘리포니아 산타 클라라 바우어스 애
브뉴 3050
(72) 발명자
리우, 웨이
미국 95129 캘리포니아주 산 호세 무어파크 애비
뉴 5035
마유르, 아브힐라쉬 제이.
미국 93907 캘리포니아주 살리나스 올슨 플레이스
17651
스타우트, 필립
미국 95055 캘리포니아주 산타 클라라 피.오. 박
스 3113
(74) 대리인
양영준, 백만기

전체 청구항 수 : 총 3 항

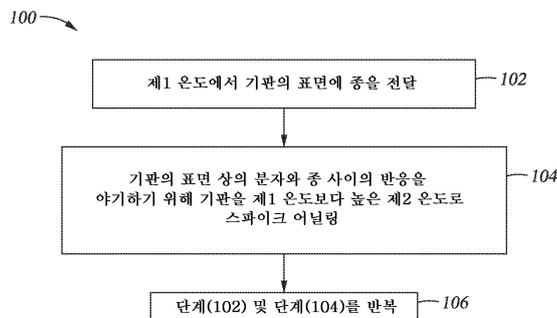
심사관 : 민지현

(54) 발명의 명칭 3D 형상추중성 처리를 위한 원자 층 프로세스 챔버

(57) 요약

본 명세서에 설명된 실시예들은 반도체 기관들 상의 재료 층들을 형성하거나 트리트먼트하기 위한 방법들에 관한 것이다. 일 실시예에서, 원자 층 프로세스를 수행하기 위한 방법은 제1 온도에서 기관의 표면에 증을 전달하는 단계를 포함하고, 기관의 표면을 제2 온도로 스파이크 어닐링하여 기관의 표면 상의 분자와 증 사이의 반응을 야기하는 단계가 후속한다. 제2 온도는 제1 온도보다 높다. 전달 프로세스 및 스파이크 어닐링 프로세스를 반복함으로써, 형상추중성 층이 기관의 표면 상에 형성되거나, 형상추중성 예칭 프로세스가 기관의 표면 상에 수행된다.

대표도 - 도1



(52) CPC특허분류

- H01L 21/0228* (2013.01)
 - H01L 21/02321* (2013.01)
 - H01L 21/02332* (2013.01)
 - H01L 21/0234* (2013.01)
 - H01L 21/3115* (2013.01)
 - H01L 21/67115* (2013.01)
 - H01L 21/67248* (2013.01)
 - H01L 21/68771* (2013.01)
-

명세서

청구범위

청구항 1

기판의 표면에 질소 또는 할로젠을 포함하는 라디칼들을 전달하는 단계 - 상기 기판은 제1 온도에 있음 - ;

상기 기판의 상기 표면 상에 상기 라디칼들을 흡수시키는 단계 - 상기 제1 온도는 상기 라디칼들과 상기 기판의 상기 표면 사이의 추가의 반응을 회피하면서 상기 라디칼들이 상기 기판의 상기 표면 상에 흡수되게 함 - ;

상기 기판의 상기 표면을 제2 온도로 가열하는 단계 - 상기 제2 온도에서, 상기 라디칼들은 상기 기판의 상기 표면과 반응하고, 상기 제2 온도는 상기 제1 온도보다 높고, 상기 제2 온도는 섭씨 1000도 내지 섭씨 1300도 범 위임 - ; 및

전달 프로세스, 흡수 프로세스, 및 가열 프로세스를 반복하는 단계 를 포함하는 방법.

청구항 2

삭제

청구항 3

삭제

청구항 4

삭제

청구항 5

삭제

청구항 6

제1항에 있어서, 상기 라디칼들은 할로젠 함유 라디칼들이고, 상기 기판의 상기 표면은 실리콘을 포함하고, 상 기 제2 온도에서 상기 할로젠 함유 라디칼들은 상기 실리콘과 반응하여 생성물을 형성하고, 상기 생성물은 상기 기판의 상기 표면으로부터 제거되는, 방법.

청구항 7

제6항에 있어서, 상기 라디칼들과 상기 기판의 상기 표면 사이의 반응의 생성물을 상기 기판으로부터 제거하는 단계를 더 포함하는, 방법.

청구항 8

삭제

청구항 9

삭제

청구항 10

삭제

청구항 11

삭제

청구항 12

삭제

청구항 13

삭제

청구항 14

삭제

청구항 15

삭제

청구항 16

삭제

청구항 17

삭제

청구항 18

삭제

청구항 19

삭제

발명의 설명

기술 분야

[0001] 본 명세서에 설명된 실시예들은 반도체 제조 프로세스들에 관한 것이다. 더 구체적으로, 반도체 기판들 상의 재료 층들을 형성하거나 트리트먼트하기 위한 방법들이 개시된다.

배경 기술

[0002] 반도체 디바이스 기하형상들은 수십 년 전에 도입된 이후로 크기가 극적으로 감소되어 왔다. 최신 반도체 제조 장비는 45nm, 32nm, 및 28nm 피쳐 크기를 갖는 디바이스들을 일상적으로 제조하며, 12nm 미만의 치수들을 갖는 디바이스들을 만들기 위해 새로운 장비가 개발 및 구현되고 있는 중이다. 추가로, 칩 아키텍처는 더 나은 성능을 가지며 더 낮은 전력을 소비하는 디바이스들을 위해 2차원(2D)으로부터 3차원(3D) 구조물들로의 변곡점을 거치고 있다. 그 결과, 이러한 디바이스들을 형성하기 위한 재료들의 형상추종성 퇴적은 점점 더 중요해지고 있다.

[0003] 3D 구조물들을 형성하기 위한 재료들의 형상추종성 퇴적은 높은 온도들에서 수행될 수 있다. 그러나, 감소된 열 소모비용들(thermal budgets) 및 더 엄격한 임계 치수 요건들로 인해, 높은 온도의 열 프로세스들은 진보된 디바이스 노드들에는 적합하지 않게 된다. 감소된 열 소모비용들과 함께, 반응물질 결합들(reactant bonds)의 예비 파괴(pre-breaking)는 플라즈마 또는 광을 이용하여 수행될 수 있다. 그러나, 플라즈마 또는 광에 의해 발생된 이온들 또는 라디칼들에 기초하는 프로세스들은 플라즈마를 유지하기 위한 낮은 압력(전형적으로 약 5Torr 미만) 및 플라즈마 시스(plasma sheath)의 존재로 인해 일반적으로 3D 형상추종적이지 않다.

[0004] 그러므로, 관련 기술분야에서는 재료 층들을 형성하거나 트리트먼트하기 위한 개선된 방법들이 필요하다.

발명의 내용

[0005] 본 명세서에 설명된 실시예들은 반도체 기판들 상의 재료 층들을 형성하거나 트리트먼트하기 위한 방법들에 관한 것이다. 일 실시예에서, 방법은 기판의 표면에 종(species)을 전달하는 단계를 포함한다. 기판은 제1 온도

에 있고, 종은 기관의 표면 상에서 흡수된다. 방법은 기관의 표면을 제2 온도로 가열하는 단계를 더 포함하고, 제2 온도에서, 종은 기관의 표면과 반응한다. 방법은 전달 프로세스 및 가열 프로세스를 반복하는 단계를 더 포함한다.

[0006] 다른 실시예에서, 방법은 기관의 표면에 종을 전달하는 단계를 포함한다. 기관은 제1 온도에 있고, 종은 기관의 표면 상에서 흡수된다. 방법은 기관의 표면을 제2 온도로 가열하는 단계를 더 포함하고, 제2 온도에서, 종은 기관의 표면 내로 확산된다. 방법은 전달 프로세스 및 가열 프로세스를 반복하는 단계를 더 포함한다.

[0007] 다른 실시예에서, 방법은 기관을 프로세스 챔버 내에 배치하는 단계, 및 기관의 표면에 제1 종을 전달하는 단계를 포함한다. 기관은 제1 온도에 있고, 제1 종은 기관의 표면 상에서 흡수된다. 방법은 기관의 표면 상에서 흡수되지 않은 과잉(excess)의 제1 종을 제거하는 단계, 및 기관의 표면을 제2 온도로 가열하는 단계를 더 포함한다. 제2 온도에서, 제1 종은 기관의 표면과 반응한다. 방법은 전달 프로세스 및 가열 프로세스를 반복하는 단계를 더 포함한다.

도면의 간단한 설명

[0008] 위에서 언급된 본 개시내용의 특징들이 상세하게 이해될 수 있도록, 위에 간략하게 요약된 본 개시내용의 더 구체적인 설명은 실시예들을 참조할 수 있으며, 그들 중 일부는 첨부 도면들에 도시되어 있다. 그러나, 본 개시내용은 동등한 효과의 다른 실시예들을 허용할 수 있으므로, 첨부 도면들은 본 개시내용의 전형적인 실시예들만을 도시하며, 따라서 그것의 범위를 제한하는 것으로 간주되어서는 안 된다는 점에 주목해야 한다.

도 1은 다양한 실시예들에 따른 처리 시퀀스를 도시한다.

도 2a-2c는 일 실시예들에 따른 프로세스 시퀀스를 도시한다.

도 3a-3c는 다른 실시예에 따른 프로세스 시퀀스를 도시한다.

도 4a-4c는 다른 실시예에 따른 프로세스 시퀀스를 도시한다.

도 5는 일 실시예에 따른 프로세스 챔버의 개략적인 단면도이다.

도 6은 다른 실시예에 따른 프로세스 챔버의 개략적인 단면도이다.

도 7은 다른 실시예에 따른 프로세스 챔버의 개략적인 상부 단면도이다.

이해를 용이하게 하기 위해서, 가능한 경우에, 도면들에 공통인 동일한 요소들을 지시하는 데에 동일한 참조 번호들이 이용되었다. 일 실시예에 개시된 요소들은 구체적인 언급 없이도 다른 실시예들에서 유익하게 이용될 수 있다고 고려된다.

발명을 실시하기 위한 구체적인 내용

[0009] 본 명세서에 설명된 실시예들은 반도체 기관들 상의 재료 층들을 형성하거나 트리트먼트하기 위한 방법들에 관한 것이다. 일 실시예에서, 원자 층 프로세스를 수행하기 위한 방법은 제1 온도에서 기관의 표면에 종을 전달하는 단계를 포함하고, 기관의 표면을 제2 온도로 스파이크 어닐링하여 기관의 표면 상의 분자와 종 사이의 반응을 야기하는 단계가 후속한다. 제2 온도는 제1 온도보다 높다. 전달 프로세스 및 스파이크 어닐링 프로세스를 반복함으로써, 형상추종성 층이 기관의 표면 상에 형성되거나, 형상추종성 에칭 프로세스가 기관의 표면 상에 수행된다.

[0010] 도 1은 다양한 실시예들에 따른 처리 시퀀스(100)를 도시한다. 처리 시퀀스(100)는 기관의 표면 상에서 수행되는 원자 층 프로세스일 수 있다. 처리 시퀀스(100)는 블록(102)에서 시작한다. 블록(102)에서, 기관의 표면에 종이 전달된다. 기관은 실리콘 기관과 같은 임의의 적절한 기관일 수 있고, 기관의 표면은 실리콘 분자를 포함할 수 있다. 일부 실시예들에서, 산화물 층과 같은 유전체 층은 기관 상에 형성될 수 있고, 기관의 표면은 산화물 분자를 포함할 수 있다. 기관의 표면은 복수의 피처를 포함할 수 있다. 기관은 프로세스 챔버의 내부에 배치될 수 있다. 일 실시예에서, 프로세스 챔버는 하나의 처리 스테이션을 포함한다. 다른 실시예에서, 프로세스 챔버는 2개의 처리 스테이션을 포함한다. 다른 실시예들에서, 프로세스 챔버는 2개보다 많은 처리 스테이션을 포함한다. 기관의 표면에 종을 전달하는 것은 2개 이상의 처리 스테이션을 갖는 프로세스 챔버 내의 하나의 처리 스테이션에서 수행될 수 있다.

[0011] 종은 하나 이상의 가스 또는 라디칼과 같은 임의의 적절한 종이일 수 있다. 라디칼들은 원격으로 형성된 후에 기

관의 표면에 전달될 수 있다. 대안적으로, 라디칼들은 프로세스 챔버 내로 도입되는 가스를 활성화함으로써 형성될 수 있다. 프로세스 챔버 내부의 가스를 활성화하기 위해 이용되는 플라즈마 소스는 용량성 결합된 플라즈마 소스, 유도성 결합된 플라즈마 소스, 또는 마이크로파 플라즈마 소스와 같은 임의의 적절한 플라즈마 소스일 수 있다. 종은 기관의 표면 내로 도입될 수 있는 한편, 기관은 제1 온도로 가열 또는 냉각된다. 제1 온도에서, 종은 기관의 표면 상의 분자와 반응하지 않을 것이다. 대신에, 종은 표면이 종으로 포화될 때까지 기관의 표면 상에서 흡수된다. 기관의 제1 온도는 종을 기관의 표면 상에서 흡수되게 할 정도로 충분히 높고, 기관의 표면 상의 분자와 종 사이의 반응을 회피할 정도로 충분히 낮다. 기관의 표면에서의 종의 포화는 자기 제한적 프로세스(self limiting process)인데, 왜냐하면 제1 온도로 인해 기관의 표면 상의 분자와 종 사이에 반응이 없기 때문이다.

[0012] 블록(104)에서, 스파이크 어닐링 프로세스는 기관 상에서 수행된다. 스파이크 어닐링 프로세스는 기관의 나머지의 온도를 실질적으로 증가시키지 않고서 기관의 표면의 온도를 제2 온도로 급속하게 증가시킬 수 있다. 스파이크 어닐링 프로세스는 동일한 프로세스 챔버 내에서 기관 상에 수행될 수 있다. 일 실시예에서, 프로세스 챔버는 2개의 처리 스테이션을 포함하고, 기관의 표면에 종을 전달하는 것은 하나의 처리 스테이션에서 수행되고, 기관은 스파이크 어닐링 프로세스가 수행되는 다른 처리 스테이션에 이송된다. 기관의 표면 상에서 흡수되지 않은 과잉 종을 제거하기 위해, 종을 기관의 표면에 전달하는 단계 이후에, 그리고 스파이크 어닐링 프로세스 이전에 퍼징 프로세스가 수행될 수 있다.

[0013] 체류 시간, 또는 기관을 레이저 또는 플래시 램프들과 같은 플래시 가열 소스로 가열하는 시간은 약 1 마이크로초와 같이 짧을 수 있다. 체류 시간은 짧고 기관의 벌크의 온도는 실질적으로 증가하지 않으므로, 냉각 기간 동안 기관의 벌크를 통한 신속한 열 소산(dissipation)이 보장된다. 또한, 기관의 표면에서의 제2 온도로부터 시작 온도까지 다시 냉각하는 기간도 약 10 내지 100 마이크로초와 같이 짧다.

[0014] 기관의 표면이 섭씨 1000도 초과와 같은 제2 온도로 급속하게 가열될 때, 기관의 포화된 표면 상에서 흡수된 종은 기관의 표면의 분자들과 반응하게 된다. 제2 온도는 약 섭씨 1000도 내지 약 섭씨 1300도 범위일 수 있다. 일 실시예에서, 종은 기관의 표면 내로 확산된다. 다른 실시예에서, 종은 기관의 표면의 일부분으로 생성물(product)을 형성함으로써 기관의 표면의 그 일부분을 형상추종적으로 박리한다. 또 다른 실시예에서, 제2 종은 프로세스 챔버 내로 도입되고, 제2 온도에서, 제2 종은 기관의 표면 상의 종과 반응하여, 기관의 표면 상에 형상추종성 층을 형성한다.

[0015] 다음으로, 블록(106)에서, 블록(102) 및 블록(104)에서 설명된 프로세스들이 반복된다. 블록(102) 및 블록(104)에서 설명된 반복적인 프로세스들의 결과로서, 형상추종성 층이 기관의 표면 상에 형성되거나 기관의 표면 내로 확산될 수 있다. 대안적으로, 블록(102) 및 블록(104)에서 설명된 프로세스들을 반복하면, 표면의 일부분을 형상추종적으로 제거할 수 있다.

[0016] 도 2a-2c는 일 실시예들에 따른 처리 시퀀스(100)를 도시한다. 도 2a에 도시된 바와 같이, 기관(도시되지 않음)의 표면(204)은 피쳐(202)를 포함할 수 있다. 피쳐(202)는 도 2a에 도시된 바와 같이 실리콘 이산화물로 이루어진다. 그러나, 피쳐(202)의 재료는 실리콘 이산화물로 제한되지 않을 수 있다. 일부 실시예들에서, 피쳐(202)는 실리콘으로 이루어진다. 표면(204)을 갖는 기관은 프로세스 챔버 내부의 기관 지지체 상에 배치된다. 일부 실시예들에서, 표면(204)을 갖는 기관은 프로세스 챔버 내의 제1 처리 스테이션에서 기관 지지체 상에 배치된다. 표면(204)은 표면(204)으로부터의 임의의 오염물질들을 제거하기 위해 세정 프로세스에 의해 세정되었을 수 있다. 세정 프로세스는 염소 또는 불소계 가스 또는 라디칼들과 같은 할로젠계 세정 가스 또는 라디칼들을 이용하는 세정 프로세스와 같은 임의의 적절한 세정 프로세스일 수 있다. 기관은 기관 지지체 내에 형성된 온도 제어 디바이스에 의해 제1 온도에 도달할 수 있다. 제1 온도는 표면(204)의 종 및 재료의 유형들에 기초하여 달라질 수 있다. 제1 온도는 종과 표면(204) 사이에 반응이 없도록 충분히 낮다.

[0017] 도 2b에 도시된 바와 같이, 종(206)은 프로세스 챔버 내로, 또는 프로세스 챔버의 처리 스테이션 내로 도입된다. 종(206)은 표면(204)이 종(206)으로 포화될 때까지 표면(204) 상에서 흡수된다. 다시, 종은 하나 이상의 가스 또는 라디칼과 같은 임의의 적절한 종일 수 있다. 일 실시예에서, 종(206)은 NH^{*} 라디칼들과 같은 질소 함유 라디칼들이다. 다른 실시예에서, 종(206)은 붕소 함유 가스 또는 붕소 함유 라디칼들과 같은 붕소 함유 종이다. 붕소 함유 라디칼들은 B^{*}, BH_x^{*}, 또는 임의의 적절한 붕소 함유 라디칼들일 수 있다.

[0018] 일 실시예에서, 종(206)은 붕소 함유 가스를 내부에 배치된 표면(204)을 갖는 기관을 포함하는 프로세스 챔버의 처리 영역 내로 도입함으로써 형성된다. 붕소 함유 가스는 B₂H₆와 같은 임의의 적절한 붕소 함유 가스일 수 있

다. 붕소 함유 가스는 용량성 결합된 플라즈마 소스, 유도성 결합된 플라즈마 소스, 또는 마이크로파 플라즈마 소스와 같은 플라즈마 소스에 의해 활성화되어, 종(206)을 함유하는 플라즈마를 형성할 수 있다. 종(206)은 B^* 또는 BH_x^* 와 같은 붕소 함유 라디칼들일 수 있고, 여기서 x는 1, 2, 또는 3일 수 있다. 다른 실시예에서, 종(206)은 내부에 배치된 표면(204)을 갖는 기관을 포함하는 처리 챔버에 결합된 원격 플라즈마 소스 내로 붕소 함유 가스를 유동시킴으로써 형성된다. 붕소 함유 가스는 B_2H_6 와 같은 임의의 적절한 붕소 함유 가스일 수 있다. 붕소 함유 가스는 원격 플라즈마 소스에 의해 활성화되어 종(206)을 함유하는 플라즈마를 형성할 수 있다. 종(206)은 B^* 또는 BH_x^* 와 같은 붕소 함유 라디칼들일 수 있고, 여기서 x는 1, 2, 또는 3일 수 있다. 종(206)은 처리 챔버의 처리 영역 내로 유동된다.

[0019] 다음으로, 도 2c에 도시된 바와 같이, 표면(204)의 온도는 제2 온도로 급속하게 증가되고, 종(206)은 표면(204)의 분자들과 반응하게 된다. 일 실시예에서, 종(206)은 피쳐(202) 내로 확산된다. 기관의 표면(204)의 온도는 스파이크 어닐링 프로세스에 의해 급속하게 증가될 수 있다. 스파이크 어닐링 프로세스는 동일한 프로세스 챔버 내에서 수행될 수 있다. 일부 실시예들에서, 기관은 처리 챔버 내부의 제2 처리 스테이션에 이송되고, 스파이크 어닐링 프로세스는 제2 처리 스테이션에서 수행된다. 도 2b 및 도 2c에 설명된 프로세스들을 반복한 결과로서, 피쳐(202)의 일부분(208)이 수정되는데, 예를 들면 질화된다.

[0020] 도 3a-3c는 다른 실시예에 따른 처리 시퀀스(100)를 도시한다. 도 3a에 도시된 바와 같이, 기관(도시되지 않음)의 표면(304)은 피쳐(302)를 포함할 수 있다. 피쳐(302)는 도 3a에 도시된 바와 같이 실리콘으로 이루어진다. 그러나, 피쳐(302)의 재료는 실리콘으로 제한되지 않을 수 있다. 표면(304)을 갖는 기관은 프로세스 챔버 내부의 기관 지지체 상에 배치된다. 일부 실시예들에서, 표면(304)을 갖는 기관은 프로세스 챔버 내의 제1 처리 스테이션에서 기관 지지체 상에 배치된다. 기관은 기관 지지체 내에 형성되는 온도 제어 디바이스에 의해 제1 온도에 도달할 수 있다. 제1 온도는 표면(304)의 종 및 재료의 유형들에 기초하여 달라질 수 있다. 제1 온도는 종과 표면(304) 사이에 반응이 없도록 충분히 낮다.

[0021] 도 3b에 도시된 바와 같이, 종(306)은 프로세스 챔버 내로, 또는 프로세스 챔버의 처리 스테이션 내로 도입된다. 종(306)은 표면(304)이 종(306)으로 포화될 때까지 표면(304) 상에서 흡수된다. 다시, 종은 하나 이상의 가스 또는 라디칼과 같은 임의의 적절한 반응성 종일 수 있다. 일 실시예에서, 종(306)은 Br^* 또는 다른 할로젠 라디칼들이다.

[0022] 다음으로, 도 3c에 도시된 바와 같이, 표면(304)의 온도는 제2 온도로 급속하게 증가되고, 종(306)은 표면(304)의 분자들과 반응하게 된다. 일 실시예에서, 종(306) 및 표면(304)의 실리콘 분자는 $SiBr_x$ 와 같은 생성물(308)을 형성하고, 생성물(308)은 표면(304)으로부터 제거된다. 기관의 표면(304)의 온도는 스파이크 어닐링 프로세스에 의해 급속하게 증가될 수 있다. 스파이크 어닐링 프로세스는 동일한 프로세스 챔버 내에서 수행될 수 있다. 일부 실시예들에서, 기관은 처리 챔버 내부의 제2 처리 스테이션에 이송되고, 스파이크 어닐링 프로세스는 제2 처리 스테이션에서 수행된다. 도 3b 및 3c에 설명된 프로세스들을 반복한 결과로서, 형상추종성 에칭 프로세스가 표면(304) 상에 수행될 수 있고, 실질적으로 균일한 두께를 갖는 피쳐(302)의 일부분이 제거될 수 있다.

[0023] 도 4a-4c는 다른 실시예에 따른 처리 시퀀스(100)를 도시한다. 도 4a에 도시된 바와 같이, 기관(도시되지 않음)의 표면(304)은 피쳐(302)를 포함할 수 있다. 피쳐(302)는 도 4a에 도시된 바와 같이 실리콘으로 이루어진다. 그러나, 피쳐(302)의 재료는 실리콘으로 제한되지 않을 수 있다. 표면(304)을 갖는 기관은 프로세스 챔버 내부의 기관 지지체 상에 배치된다. 일부 실시예들에서, 표면(304)을 갖는 기관은 프로세스 챔버 내의 제1 처리 스테이션에서 기관 지지체 상에 배치된다. 기관은 기관 지지체 내에 형성되는 온도 제어 디바이스에 의해 제1 온도에 도달할 수 있다. 제1 온도는 표면(304)의 종 및 재료의 유형들에 기초하여 달라질 수 있다. 제1 온도는 종과 표면(304) 사이에 반응이 없도록 충분히 낮다.

[0024] 도 4b에 도시된 바와 같이, 종(406)은 프로세스 챔버 내로, 또는 프로세스 챔버의 처리 스테이션 내로 도입된다. 종(406)은 표면(304)이 종(406)으로 포화될 때까지 표면(304) 상에서 흡수된다. 다시, 종은 하나 이상의 가스 또는 라디칼과 같은 임의의 적절한 종일 수 있다. 일 실시예에서, 종(406)은 NH^* 라디칼들 또는 암모니아 가스와 같은 질소 함유 라디칼들 또는 가스들이다.

[0025] 도 4c에 도시된 바와 같이, 표면(304)의 온도는 제2 온도로 급속하게 증가되고, 제2 종(408)은 프로세스 챔버

내로, 또는 프로세스 챔버의 제2 처리 스테이션 내로 도입된다. 제2 종(408)은 트리메틸실란일 수 있다. 제2 온도에서, 종(406)은 제2 종(408)과 반응하게 된다. 일 실시예에서, 종(406) 및 제2 종(408)은 표면(304) 상에 SiCN과 같은 생성물을 형성한다. 기관의 표면(304)의 온도는 스파이크 어닐링 프로세스에 의해 급속하게 증가될 수 있고, 따라서 표면(304)은 제2 온도에 도달한다. 스파이크 어닐링 프로세스는 동일한 프로세스 챔버 내에서 수행될 수 있다. 일부 실시예들에서, 기관은 처리 챔버 내부의 제2 처리 스테이션에 이송되고, 스파이크 어닐링 프로세스는 제2 처리 스테이션에서 수행된다. 도 4b 및 4c에 설명된 프로세스들을 반복한 결과로서, 형상추종성 층이 표면(304) 상에 형성될 수 있다. 형상추종성 층은 SiCN일 수 있다.

[0026] 도 5는 일 실시예에 따른 프로세스 챔버(500)의 개략적인 단면도이다. 처리 시퀀스(100)는 프로세스 챔버(500) 내에서 수행될 수 있다. 프로세스 챔버(500)는 처리 영역(507)을 정의하는 저부(502), 측벽(504), 및 최상부(506)를 포함한다. 기관 지지체(508)는 처리 영역(507) 내에 배치될 수 있고, 기관(512)은 기관 지지체(508) 상에 배치될 수 있다. 가열 소자 또는 냉각 채널과 같은 온도 제어 소자(510)는 기관(512)의 온도를 제어하기 위해 기관 지지체(508) 내에 형성될 수 있다. 플래시 가열 소스(514)는 스파이크 어닐링 프로세스를 수행하기 위해 기관 지지체(508) 위에 배치될 수 있다. 플래시 가열 소스(514)는 복수의 레이저 또는 플래시 램프를 포함할 수 있다. 종 주입 포트(516)가 측벽(504) 내에 형성될 수 있고, 종 소스(518)는 종 주입 포트(516)에 연결될 수 있다. 위에서 설명된 기관의 표면에 대한 종의 전달 및 스파이크 어닐링의 시퀀스는 프로세스 챔버(500) 내에서 수행될 수 있다. 프로세스 챔버(500)는 처리 영역(507)을 퍼징하기 위해 퍼징 가스 소스(도시되지 않음)에 연결된 퍼징 가스 주입 포트(도시되지 않음)를 포함할 수 있다.

[0027] 도 6은 일 실시예에 따른 프로세스 챔버(600)의 개략적인 단면도이다. 처리 시퀀스(100)는 프로세스 챔버(600) 내에서 수행될 수 있다. 프로세스 챔버(600)는 저부(602), 측벽(604), 및 최상부(606)를 포함한다. 분할기(608)는 프로세스 챔버(600) 내에 배치될 수 있고, 2개의 처리 스테이션(610, 611)을 형성할 수 있다. 분할기(608)는 물리적 분할기, 또는 에어 커튼일 수 있다. 제1 처리 스테이션(610)은 기관 지지체(612), 및 기관 지지체(612)에 내장된 온도 제어 소자(614)를 포함할 수 있다. 온도 제어 소자(614)는 도 5에 설명된 온도 제어 소자(510)와 동일할 수 있다. 종 주입 포트(622)가 제1 처리 스테이션(610)에서 측벽 내에 형성될 수 있고, 종 소스(624)는 종 주입 포트(622)에 결합될 수 있다. 제1 처리 스테이션(610)은 처리 스테이션(610)을 퍼징하기 위해 퍼징 가스 소스(도시되지 않음)에 연결된 퍼징 가스 주입 포트(도시되지 않음)를 더 포함할 수 있다.

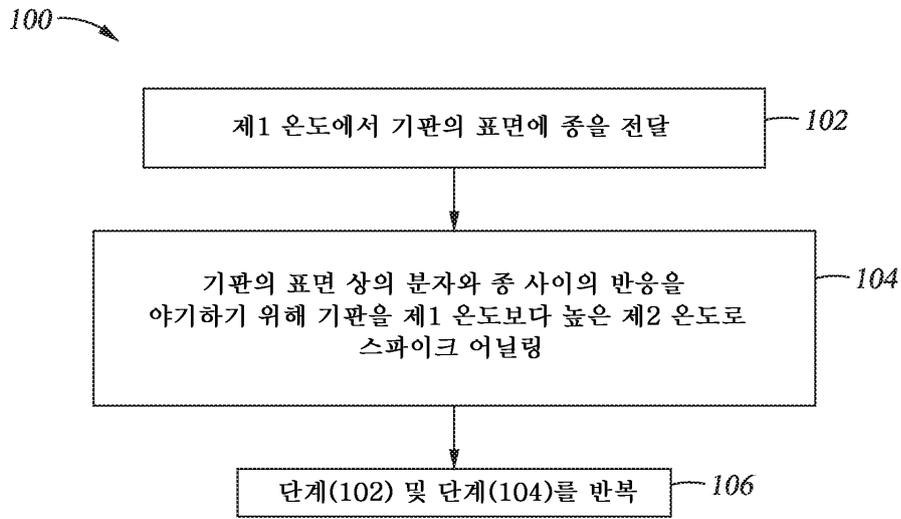
[0028] 제2 처리 스테이션(611)은 기관(616)을 지지하기 위한 기관 지지체(618)를 포함할 수 있다. 기관 지지체(618)는 온도 제어 소자(614)와 동일한 온도 제어 소자(도시되지 않음)를 포함할 수 있다. 플래시 가열 소스(620)는 기관 지지체(618) 위에 배치될 수 있다. 플래시 가열 소스(620)는 도 5에 설명된 플래시 가열 소스(514)와 동일할 수 있다. 제2 처리 스테이션(611)은 종 주입 포트(626)를 더 포함할 수 있고, 종 소스(628)는 종 주입 포트(626)에 결합될 수 있다. 종 소스(628) 및 종 주입 포트(626)는 제2 종을 기관(616)의 표면에 전달하기 위해 이용될 수 있다. 기관(616)은 처리 시퀀스(100)가 기관에 수행되게 하기 위해 제1 처리 스테이션(610) 및 제2 처리 스테이션(611)으로 이동될 수 있다.

[0029] 도 7은 일 실시예에 따른 프로세스 챔버(700)의 개략적인 상부 단면도이다. 프로세스 챔버(700)는 복수의 처리 스테이션(702, 704, 706, 708, 710, 712)을 포함할 수 있다(6개가 도시되어 있지만 6개로 제한되지 않는다). 각각의 처리 스테이션(702, 704, 706, 708, 710, 712)은 기관(도시되지 않음)을 지지하기 위해 기관 홀더(714)를 포함한다. 기관 홀더들(714)은 기관 지지체(716) 상에 형성될 수 있다. 기관 지지체(716)는 기관 홀더(714) 상에 배치된 기관들의 온도를 제어하기 위해 온도 제어 소자(도시되지 않음)를 포함할 수 있다. 복수의 처리 스테이션(702, 704, 706, 708, 710, 712)은 물리적 분할기 또는 에어 커튼일 수 있는 분할기(718)에 의해 분리될 수 있다. 복수의 처리 스테이션 중 일부는 제1 온도에서 기관의 표면에 대한 종의 전달을 수행할 수 있는 한편, 나머지 처리 스테이션들은 스파이크 어닐링 프로세스를 수행할 수 있다. 일 실시예에서, 기관의 표면들에 종을 전달하는 것은 처리 스테이션들(702, 706, 710)에서 수행된다. 기관들의 표면들이 종으로 포화된 후, 기관 지지체(716)는 처리 스테이션들(704, 708, 712)에 기관들을 위치시키도록 회전되고, 거기에서 스파이크 어닐링 프로세스가 수행될 수 있다. 기관 지지체(716)는 처리 시퀀스(100)를 수행하기 위해 선택된 처리 스테이션들에 기관을 배치하도록 회전될 수 있다.

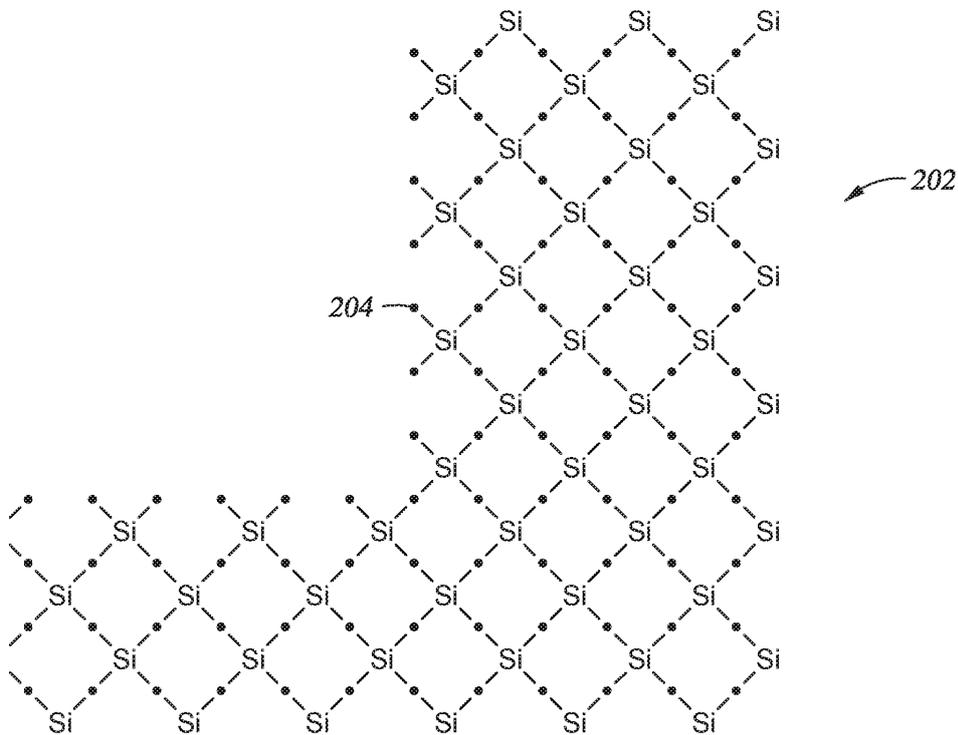
[0030] 상술한 것은 실시예들에 관한 것이지만, 다른 실시예들 및 추가의 실시예들은 그것의 기본 범위로부터 벗어나지 않고서 만들어질 수 있으며, 그것의 범위는 이하의 청구항들에 의해 결정된다.

도면

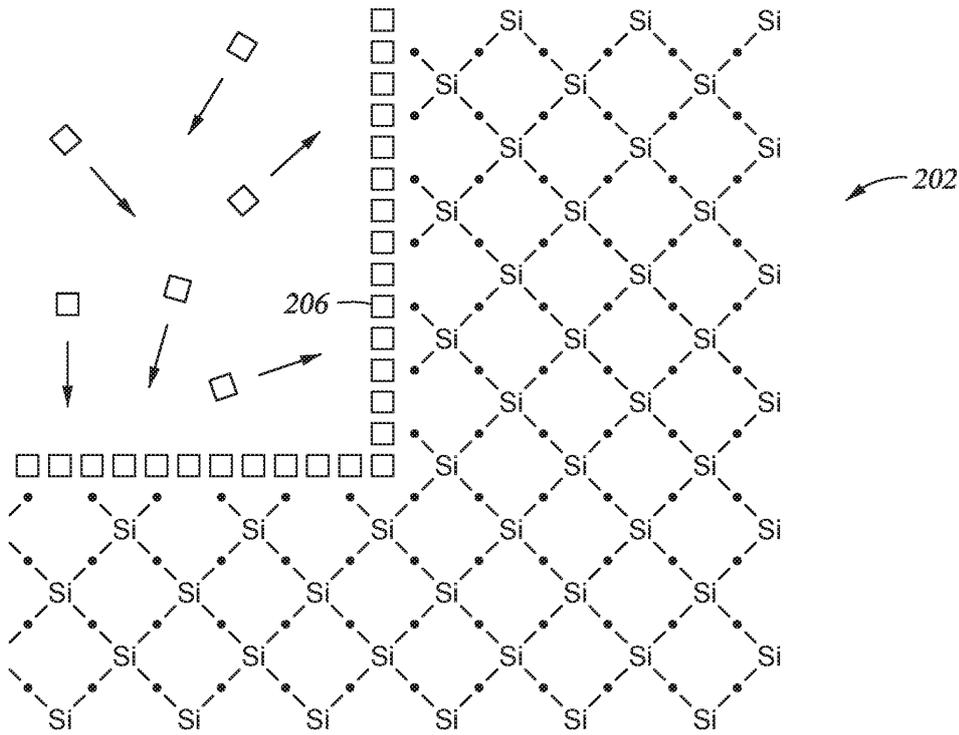
도면1



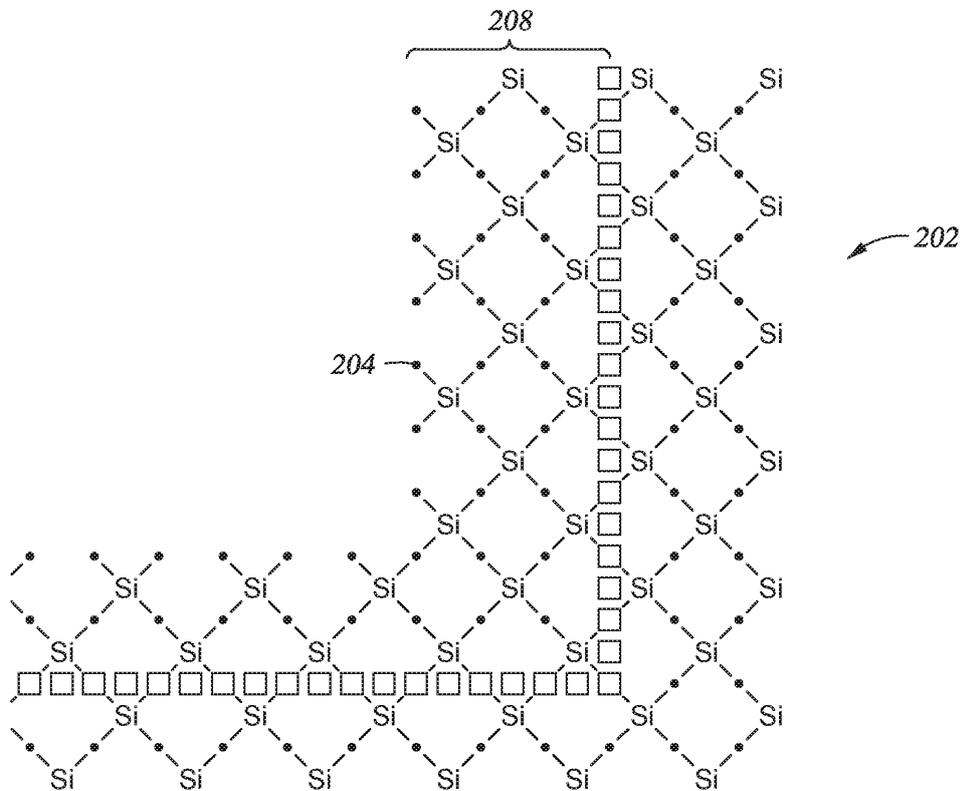
도면2a



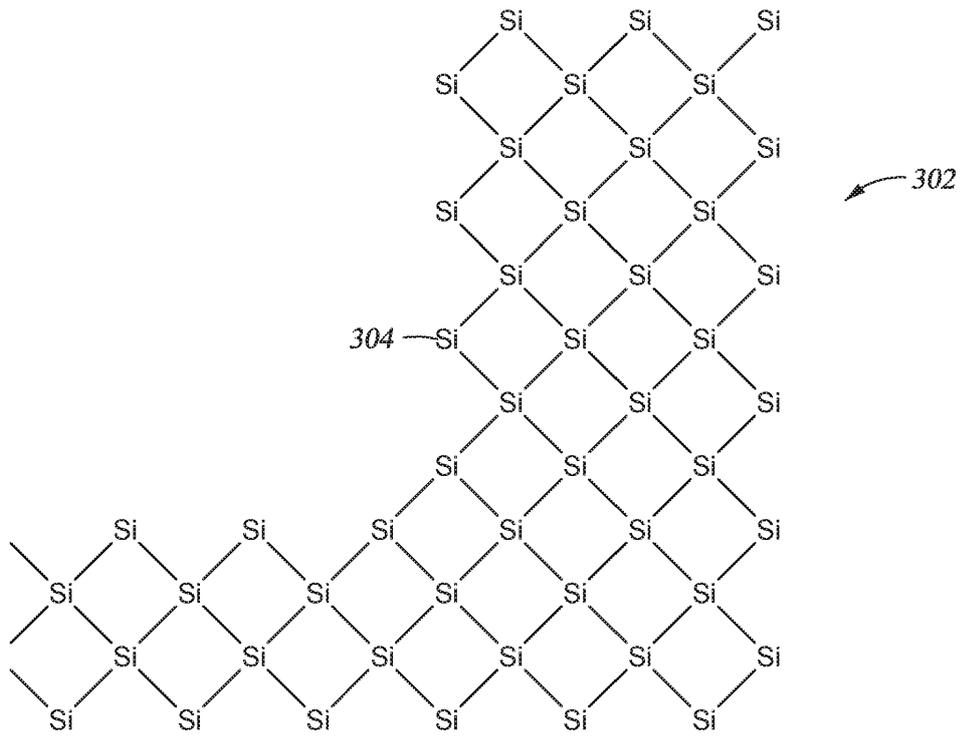
도면2b



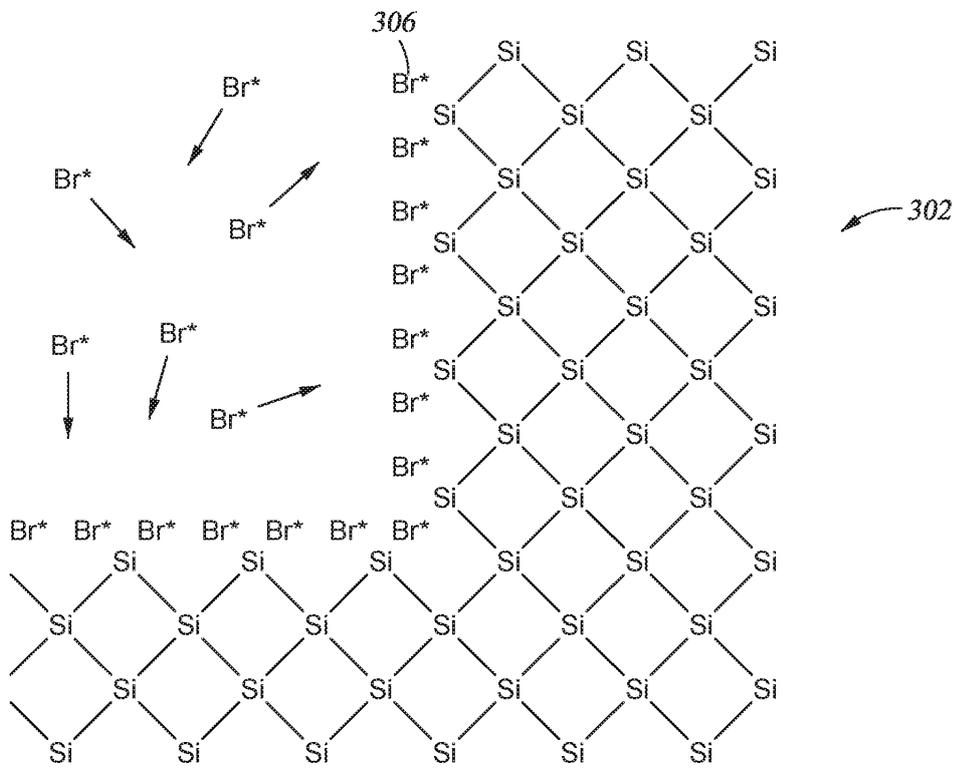
도면2c



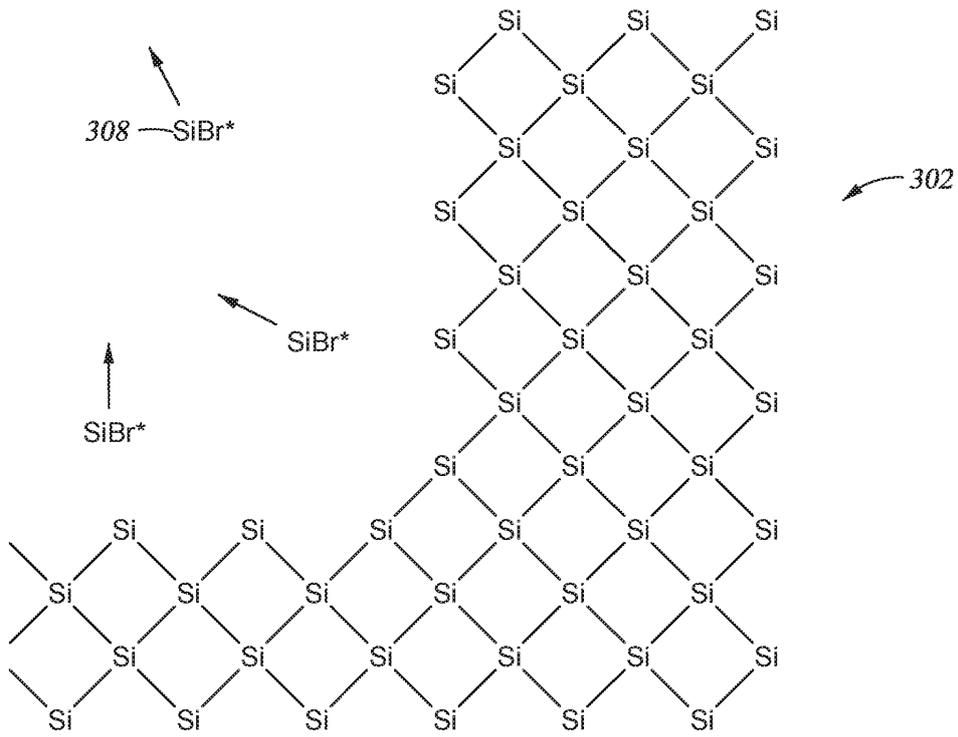
도면3a



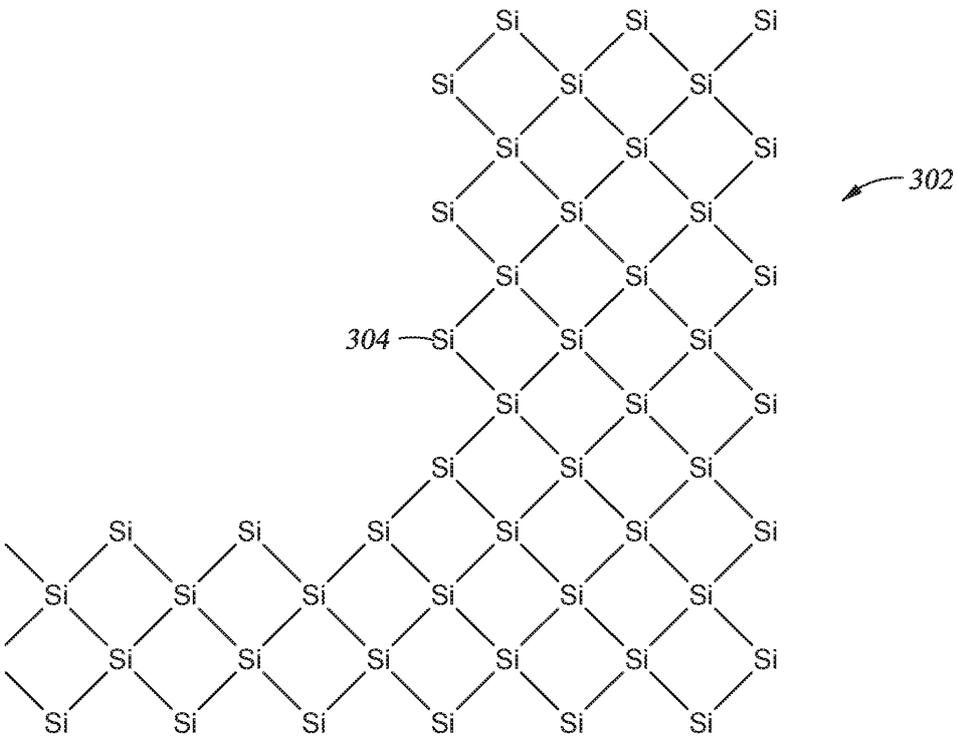
도면3b



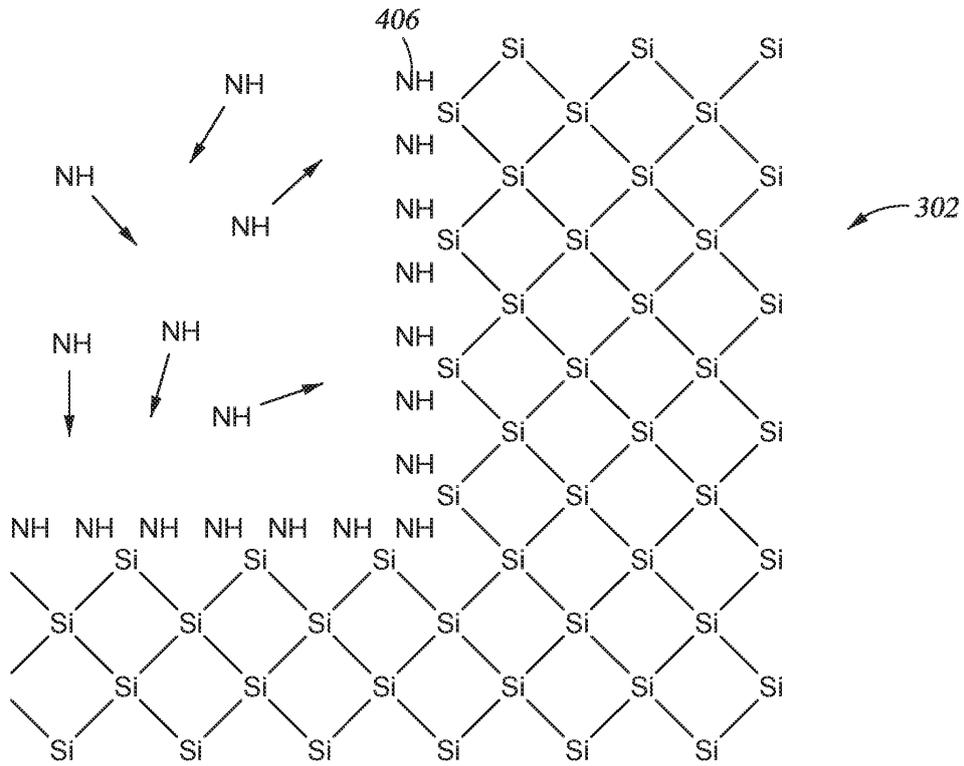
도면3c



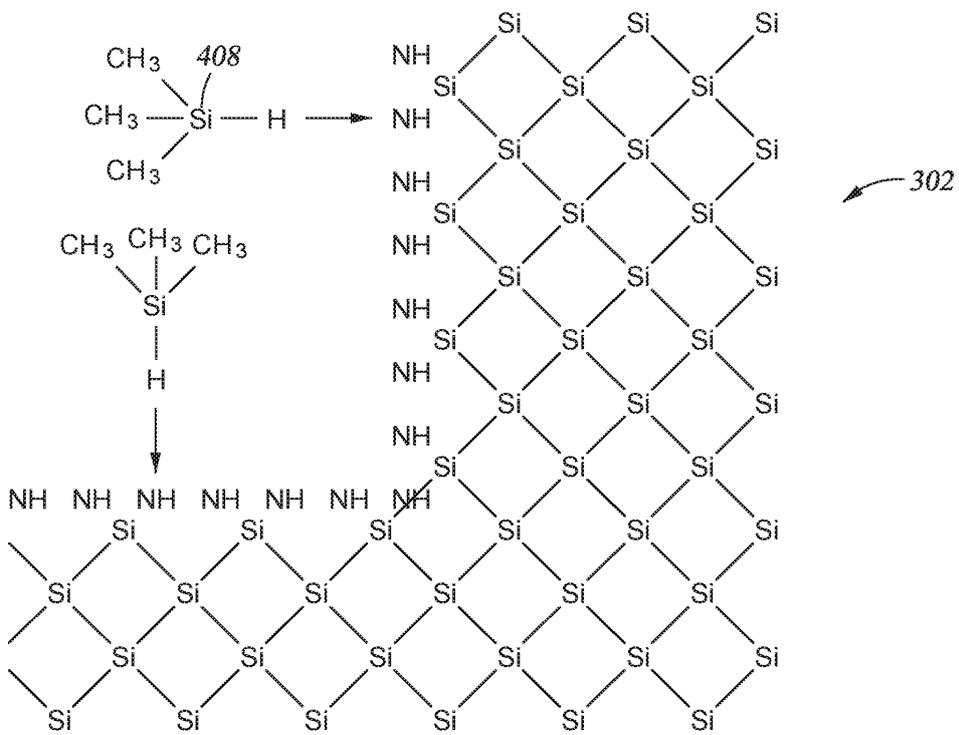
도면4a



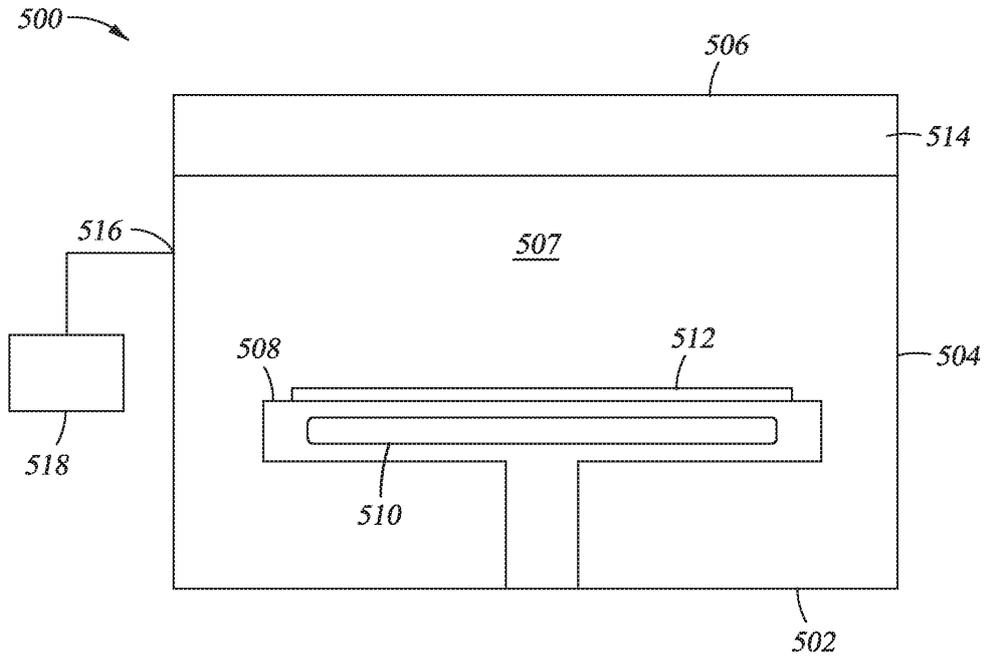
도면4b



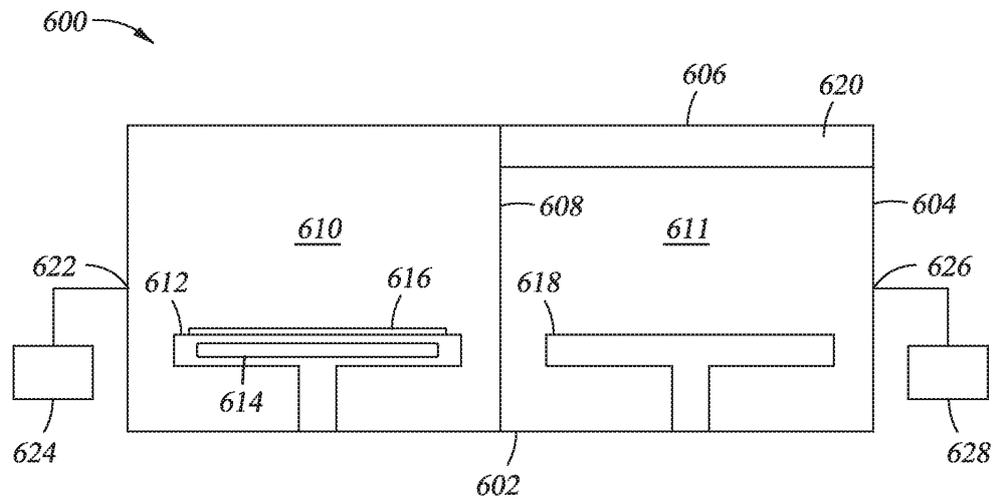
도면4c



도면5



도면6



도면7

