



(19) 대한민국특허청(KR)
(12) 공개특허공보(A)

(11) 공개번호 10-2015-0065743
(43) 공개일자 2015년06월15일

- | | |
|--|---|
| <p>(51) 국제특허분류(Int. Cl.)
<i>H01L 31/18</i> (2006.01) <i>C23C 16/44</i> (2006.01)</p> <p>(52) CPC특허분류
<i>H01L 31/18</i> (2013.01)
<i>C23C 16/4405</i> (2013.01)</p> <p>(21) 출원번호 10-2015-7010260</p> <p>(22) 출원일자(국제) 2013년09월27일
심사청구일자 없음</p> <p>(85) 번역문제출일자 2015년04월21일</p> <p>(86) 국제출원번호 PCT/US2013/062162</p> <p>(87) 국제공개번호 WO 2014/052747
국제공개일자 2014년04월03일</p> <p>(30) 우선권주장
13/628,671 2012년09월27일 미국(US)</p> | <p>(71) 출원인
선파워 코퍼레이션
미국 95134 캘리포니아주 산 호세 리오 로블레스 77</p> <p>(72) 발명자
웡 지아 이
말레이시아 75050 멜라카 렐레 잘란 에어 렐레 타만 세린디트 하모니 72</p> <p>치우 토마스
미국 95134 캘리포니아주 산호세 리오 로블레스 77</p> <p>(74) 대리인
양영준, 김윤기</p> |
|--|---|

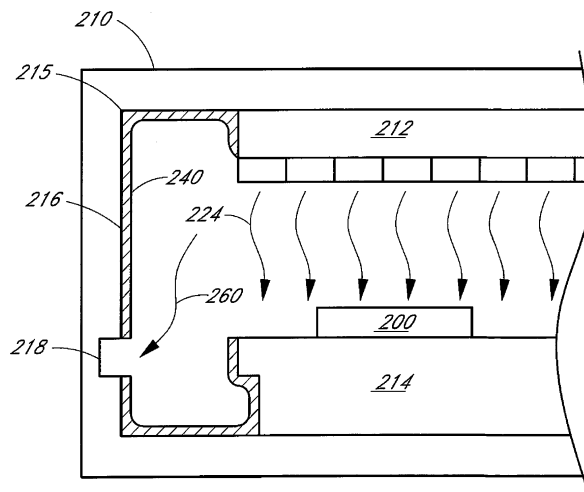
전체 청구항 수 : 총 20 항

(54) 발명의 명칭 **기관 상에 박막을 형성하고 보호하기 위한 방법 및 구조**

(57) 요약

기관 상에 박막을 형성하기 위한 방법이 개시된다. 방법은 불소를 갖는 제1 가스를 유동시킴으로써 공정 챔버를 세정하는 단계(402)를 포함한다. 방법은 또한 제1 지속 기간 동안 제2 가스를 유동시킴으로써 비정질 규소(A-Si)를 포함하는 제1 봉지 층으로 공정 챔버를 코팅하는 단계(404)를 포함하고, 여기서 제1 봉지 층은 불소 오염으로부터 보호한다. 방법은 기관을 공정 챔버 내로 로딩하는 단계(406), 제3 가스를 공정 챔버 내로 유동시킴으로써 기관 상에 박막을 침착시키는 단계(408), 및 공정 챔버로부터 기관을 언로딩하는 단계(410)를 추가로 포함한다. 박막은 질화규소(SiN)를 포함할 수 있고, 제1 가스는 삼불화질소(NF₃) 가스를 포함할 수 있으며, 제2 가스는 실란(SiH₄) 가스를 포함할 수 있다. 박막은 플라즈마-강화 화학 증착을 사용하여 형성될 수 있다. 기관은 태양 전지 또는 액정 디스플레이(LCD)일 수 있다.

대표도 - 도2



(52) CPC특허분류

H01L 31/02167 (2013.01)

H01L 31/02168 (2013.01)

Y02E 10/547 (2013.01)

명세서

청구범위

청구항 1

기판 상에 박막을 형성하기 위한 방법으로서,

불소를 포함하는 제1 가스를 공정 챔버(process chamber) 내로 유동시킴으로써 공정 챔버를 세정하는 단계;

제1 지속 기간 동안 제2 가스를 공정 챔버 내로 유동시킴으로써 비정질 규소를 포함하는 제1 봉지 층(encapsulating layer)으로 공정 챔버를 코팅하는 단계 - 제1 봉지 층은 불소 오염으로부터 보호함 -;

제1 봉지 층으로 공정 챔버를 코팅한 후에, 기판을 공정 챔버 내로 로딩(loading)하는 단계;

제3 가스를 공정 챔버 내로 유동시킴으로써 기판 상에 박막을 침착시키는 단계; 및

공정 챔버로부터 기판을 언로딩(unloading)하는 단계를 포함하는, 방법.

청구항 2

제1항에 있어서, 박막은 질화규소(SiN) 필름인, 방법.

청구항 3

제1항에 있어서, 제1 가스는 삼불화질소(NF₃)를 포함하는, 방법.

청구항 4

제1항에 있어서, 제2 가스는 실란(SiH₄)을 포함하는, 방법.

청구항 5

제1항에 있어서, 제3 가스는 실란(SiH₄), 암모니아(NH₃) 및 질소(N₂)를 포함하는 군으로부터 선택되는 가스를 포함하는, 방법.

청구항 6

제1항에 있어서, 제1 지속 기간은 0.5 내지 5분의 범위 내인, 방법.

청구항 7

제1항에 있어서, 기판은 태양 전지(solar cell)인, 방법.

청구항 8

제7항에 있어서, 기판 상에 박막을 형성하는 단계는 태양 전지 상에 질화규소 필름을 포함하는 반사-방지 코팅(anti-reflective coating, ARC)을 형성하는 단계를 포함하는, 방법.

청구항 9

제1항에 있어서, 기판은 액정 디스플레이(liquid crystal display, LCD)인, 방법.

청구항 10

제9항에 있어서, 액정 디스플레이(LCD) 상에 박막을 형성하는 단계는 액정 디스플레이(LCD) 상에 절연 층을 형성하는 단계를 포함하는, 방법.

청구항 11

태양 전지 상에 질화규소 필름을 형성하기 위한 방법으로서,

불소를 포함하는 제1 가스를 공정 챔버 내로 유동시킴으로써 과잉 질화규소(SiN)를 제거하도록 공정 챔버를 세정하는 단계;

제1 지속 기간 동안 제2 가스를 공정 챔버 내로 유동시킴으로써 비정질 규소로 공정 챔버를 코팅하는 단계 - 비정질 규소는 불소 오염으로부터 보호하는 제1 봉지 층을 형성함 -;

태양 전지를 공정 챔버 내로 로딩하는 단계;

플라즈마-강화 화학 증착(plasma-enhanced chemical vapor deposition)에 의해 태양 전지 상에 질화규소 필름을 침착시키는 단계; 및

공정 챔버로부터 태양 전지를 언로딩하는 단계를 포함하는, 방법.

청구항 12

제11항에 있어서, 제1 가스는 삼불화질소(NF₃)를 포함하는, 방법.

청구항 13

제11항에 있어서, 제2 가스는 실란(SiH₄)을 포함하는, 방법.

청구항 14

제11항에 있어서, 제3 가스는 실란(SiH₄), 암모니아(NH₃) 및 질소(N₂)를 포함하는 군으로부터 선택되는 가스를 포함하는, 방법.

청구항 15

제11항에 있어서, 제1 지속 기간은 0.5 내지 5분의 범위 내인, 방법.

청구항 16

제11항에 있어서, 비정질 규소는 0.05 내지 0.5 마이크로미터 범위 내의 두께를 가진 제1 봉지 층을 형성하는, 방법.

청구항 17

정상 작동 동안 태양을 향하도록 구성되는 전면(front side) 및 전면 반대편의 배면(back side)을 갖는 태양 전지 상에 질화규소 필름을 형성하기 위한 방법으로서,

삼불화질소(NF₃) 가스를 유동시킴으로써 과잉 질화규소(SiN)를 제거하도록 공정 챔버를 세정하는 단계;

최대 5분 동안 실란(SiH₄) 가스를 공정 챔버 내로 유동시킴으로써 비정질 규소로 공정 챔버를 코팅하는 단계 - 비정질 규소는 불소 오염으로부터 보호하는 제1 봉지 층을 형성함 -;

태양 전지를 공정 챔버 내로 로딩하는 단계;

실란(SiH₄), 암모니아(NH₃) 및 질소(N₂) 가스의 플라즈마-강화 화학 증착(PECVD)에 의해 태양 전지의 전면 상에 질화규소(SiN) 필름을 포함하는 반사-방지 코팅(ARC)을 침착시키는 단계; 및

공정 챔버로부터 태양 전지를 언로딩하는 단계를 포함하는, 방법.

청구항 18

제17항에 있어서, 태양 전지의 전면 상에 질화규소(SiN) 필름을 형성하는 단계는 태양 전지의 배면 상에 반사-방지 코팅(BARC)을 형성하는 단계를 포함하는, 방법.

청구항 19

제17항에 있어서, 태양 전지는 배면-접점(back-contact) 태양 전지, 전면-접점(front-contact) 태양 전지, 단결정 규소 태양 전지, 다결정 규소 태양 전지, 비정질 규소 태양 전지, 박막 규소 태양 전지, 셀렌화 구리 인듐

갈륨(CIGS) 태양 전지 및 텔루르화 카드뮴 태양 전지를 포함하는 군으로부터 선택되는 태양 전지를 포함하는, 방법.

청구항 20

제17항에 있어서, 비정질 규소는 0.05 내지 0.5 마이크로미터 범위 내의 두께를 가진 제1 봉지 층을 형성하는, 방법.

발명의 설명

기술 분야

[0001]

본 명세서에 기술된 발명 요지의 실시예는 일반적으로 기판 상에 박막을 형성하기 위한 화학 증착(chemical vapor deposition, CVD) 기술에 관한 것이다. 보다 상세하게는, 발명 요지의 실시예는 태양 전지(solar cell) 상에 질화규소를 포함하는 반사-방지 코팅(anti-reflective coating, ARC)을 형성하기 위한 플라즈마-강화 화학 증착(plasma-enhanced chemical vapor deposition, PECVD) 및 관련 태양 전지 제조 공정에 관한 것이다.

배경 기술

[0002]

화학 증착(CVD) 기술은 기판 상에 박막을 형성하기 위한 잘 알려진 공정이다. 그러한 화학 증착(CVD) 기술은 대기압 화학 증착(APCVD), 저압 화학 증착(LPCVD) 및 플라즈마-강화 화학 증착(PECVD)을 포함한다. 이들 기술은 기판 상에 이산화규소(SiO₂), 폴리실리콘(Si) 및 질화규소(SiN)를 포함하는 박막을 형성할 수 있다. 화학 증착(CVD) 기술에 사용되는 그러한 기판은 집적 회로, 액정 디스플레이(liquid crystal display, LCD) 및 태양 전지를 포함한다.

[0003]

제조 동안 기판 상의 박막의 형성을 개선하기 위한 기술은 이들 기술이 표준 장치 제조 공정의 본질적인 부분이기 때문에 매우 유익하다. 그러한 기술은 전체 생산 수율을 개선하여, 전체 제조 시간을 감소시키고 입수가 가능한 제품 수율을 증가시킬 수 있다. 태양 전지의 경우에, 이들 기술은 규소 기판 상의 질화규소 필름을 포함하는 반사-방지 코팅(ARC)의 형성을 개선하는 것을 포함할 수 있다. 이들 기술은 또한 총 태양 전지 효율을 상당히 개선할 수 있다.

도면의 간단한 설명

[0004]

발명 요지의 더욱 완전한 이해가, 유사한 도면 부호가 도면 전체에 걸쳐 유사한 요소를 지칭하는 하기 도면과 관련하여 고려될 때, 상세한 설명 및 청구범위를 참조함으로써 얻어질 수 있다.

도 1은 기판 상에 박막을 형성하기 위한 표준 공정에 따른 공정 챔버(process chamber)의 단면도 표현.

도 2 및 도 3은 기판 상에 박막을 형성하기 위한 표준 공정에 따른 공정 챔버의 단면도 표현.

도 4는 본 발명의 실시예에 따라 사용된 이차 이온 질량 분석(secondary ion mass spectrometry, SIMS) 시험 결과를 포함한 표.

도 5 내지 도 9는 본 발명의 실시예에 따른 공정 챔버의 단면도 표현.

도 10 내지 도 12는 본 발명의 실시예에 따라 사용된 화학 방정식을 포함한 표.

도 13은 본 발명의 실시예에 따라 공정 챔버를 세정하기 위해 사용된 샘플 처리 레시피(sample process recipe).

도 14는 본 발명의 실시예에 따라 사용된 처리 레시피들 사이의 굴절률 비교에 대한 시험 결과의 그래픽 표현.

도 15는 본 발명의 실시예에 따라 사용된 처리 레시피들 사이의 태양 전지 효율 비교에 대한 시험 결과의 그래픽 표현.

도 16은 본 발명의 실시예에 따라 기판 상에 박막을 형성하는 흐름도 표현.

도 17 및 도 18은 본 발명의 실시예에 따라 태양 전지 상에 질화규소 필름을 형성하는 흐름도 표현.

발명을 실시하기 위한 구체적인 내용

- [0005] 하기 상세한 설명은 사실상 단지 예시적인 것이며, 발명 요지 또는 출원의 실시예 및 그러한 실시예의 사용을 제한하도록 의도되지 않는다. 본 명세서에 사용되는 바와 같이, 단어 "예시적인"은 "예, 사례 또는 실례로서 역할하는 것"을 의미한다. 본 명세서에 예시적인 것으로 기술된 임의의 구현에는 반드시 다른 구현예들에 비해 바람직하거나 유리한 것으로 해석되는 것은 아니다. 또한, 전문한 기술분야, 배경기술, 간략한 요약 또는 하기 상세한 설명에서 제시되는 임의의 표현된 또는 암시된 이론에 의해 제한되도록 하는 의도는 없다. 또한, 본 발명의 실시예의 완전한 이해를 제공하기 위해, 특정 공정 흐름 작업과 같은 다수의 특정 상세 사항이 기재된다. 본 발명의 실시예가 이들 특정 상세 사항 없이 실시될 수 있다는 것은 당업자에게 명백할 것이다. 다른 경우에, 리소그래픽(lithographic), 에칭(etch) 기술 및 표준 박막 침착과 같은 잘 알려진 제조 기술은 본 발명의 실시예를 불필요하게 모호하게 하지 않기 위해 상세히 기술되지 않는다. 또한, 도면에 도시된 다양한 실시예는 예시적인 표현이고, 반드시 축척대로 도시된 것은 아님을 이해하여야 한다.
- [0006] 기관 상에 박막을 형성하기 위한 방법이 개시된다. 방법은 공정 챔버를 세정하도록 불소를 포함하는 제1 가스를 유동시키는 단계와, 비정질 규소로 구성되는 제1 봉지 층(encapsulating layer)으로 공정 챔버를 코팅하도록 제1 지속 기간에 걸쳐 제2 가스를 유동시키는 단계를 포함하고, 여기서 제1 봉지 층은 불소 오염으로부터 보호한다. 방법은 또한 기관을 공정 챔버 내로 로딩/loading)하는 단계, 제3 가스를 공정 챔버 내로 유동시킴으로써 기관 상에 박막을 침착시키는 단계, 및 공정 챔버로부터 기관을 언로딩(unloading)하는 단계를 포함한다. 일 실시예에서, 방법은 태양 전지 기관을 포함한다. 다른 실시예에서, 방법은 태양 전지 상에 질화규소 필름을 포함하는 반사-방지 코팅(ARC)을 형성하는 단계를 포함한다. 또 다른 실시예에서, 기관은 액정 디스플레이(LCD)일 수 있다. 이러한 실시예에서, 액정 디스플레이(LCD) 상에 박막을 형성하는 단계는 LCD 상에 절연 층을 형성하는 단계를 포함한다. 또 다른 실시예에서, 제1 지속 기간은 0.5 내지 5분의 범위 내일 수 있다.
- [0007] 태양 전지 상에 질화규소 필름을 형성하기 위한 방법이 개시된다. 방법은 과잉 질화규소(SiN)로부터 공정 챔버를 세정하도록 불소를 갖는 제1 가스를 유동시키는 단계와, 비정질 규소로 공정 챔버를 코팅하도록 제1 지속 기간 동안 제2 가스를 유동시키는 단계를 포함하고, 여기서 비정질 규소는 불소 오염으로부터 보호하기 위한 제1 봉지 층을 형성한다. 방법은 또한 태양 전지를 공정 챔버 내로 로딩하는 단계, 플라즈마-강화 화학 증착(PECVD)에 의해 태양 전지 상에 질화규소 필름을 침착시키는 단계, 및 공정 챔버로부터 태양 전지를 언로딩하는 단계를 포함한다. 일 실시예에서, 제1 지속 기간은 0.5 내지 5분의 범위 내일 수 있다. 다른 실시예에서, 비정질 규소는 0.05 내지 0.5 마이크로미터 범위 내의 두께를 가진 제1 봉지 층을 형성한다.
- [0008] 태양 전지 상에 질화규소 필름을 형성하기 위한 방법이 개시된다. 방법은 정상 작동 동안 태양을 향하도록 구성되는 전면(front side) 및 전면 반대편의 배면(back side)을 갖는 태양 전지를 제공하는 단계를 포함한다. 방법은 또한 과잉 질화규소(SiN)로부터 공정 챔버를 세정하도록 삼불화질소(NF₃) 가스를 유동시키는 단계와; 비정질 규소로 공정 챔버를 코팅하도록 최대 5분 동안 실란(SiH₄) 가스를 유동시키는 단계를 포함하고, 여기서 비정질 규소는 불소 오염으로부터 보호하기 위한 제1 봉지 층을 형성한다. 방법은 태양 전지를 공정 챔버 내로 로딩하는 단계, 실란(SiH₄), 암모니아(NH₃) 및 질소(N₂) 가스의 플라즈마-강화 화학 증착(PECVD)에 의해 태양 전지의 전면 상에 질화규소(SiN) 필름을 포함하는 반사-방지 코팅(ARC)을 침착시키는 단계, 및 공정 챔버로부터 태양 전지를 언로딩하는 단계를 추가로 포함한다. 일 실시예에서, 방법은 태양 전지의 배면 상에 반사-방지 코팅(BARC)을 형성하는 단계를 포함한다. 다른 실시예에서, 방법은 배면-접점(back-contact) 태양 전지, 전면-접점(front-contact) 태양 전지, 단결정 규소 태양 전지, 다결정 규소 태양 전지, 비정질 규소 태양 전지, 박막 규소 태양 전지, 셀렌화 구리 인듐 갈륨(CIGS) 태양 전지 및 텔루르화 카드뮴 태양 전지를 포함하는 군으로부터 선택되는 태양 전지를 제공하는 단계를 포함한다. 또 다른 실시예에서, 비정질 규소는 0.05 내지 0.5 마이크로미터 범위 내의 두께를 가진 제1 봉지 층을 형성한다.
- [0009] 도 1은 기관(100) 상에 박막(130)을 형성하는 데 사용되는 표준 공정 챔버(110)를 예시한다. 공정 챔버(110)는 샤워헤드(showerhead)(112), 챔버 코너(corner)(115), 챔버 벽(116), 진공 채널(118) 및 공정 트레이(tray)(114)를 구비할 수 있다. 공정 챔버는 플라즈마-강화 화학 증착(PECVD) 챔버를 비롯한 표준 화학 증착(CVD) 공정에 사용되는 임의의 챔버일 수 있다. 가스 입구 또는 샤워헤드(112)는 가스를 공정 챔버(110) 내로 유동시키는 기능을 한다. 진공 채널(118)은 가스가 공정 챔버(110) 밖으로 펌핑되도록 하는 출구로서 역할한다. 공정 트레이(114)는 기관(100)을 유지시키기 위해 사용된다.
- [0010] 도 2 및 도 3은 기관 상에 박막을 형성하기 위한 표준 공정에서의 작업을 예시한다. 작업은 샤워헤드(212), 챔버 코너(215), 챔버 벽(216), 진공 채널(218) 및 공정 트레이(214)를 구비한 공정 챔버(210)를 제공하는 단계를 포함한다. 공정 챔버(210)의 구성요소는 도 1에 기술된 공정 챔버(110)와 유사한 기능을 갖는다. 작업은 또한

세정 단계 및 박막 침착 단계를 포함한다. 세정 단계는 불소를 갖는 가스를 공정 챔버(210) 내로 유동시키는 단계를 포함할 수 있다. 불소를 갖는 가스는 공정 챔버(210) 내의 임의의 잔류 물질과 반응하는 기능을 한다. 그러한 잔류 물질은 이전의 침착 또는 세정 공정으로부터 유래하였을 수 있는, 질화규소(SiN)와 같은 박막을 포함할 수 있다. 불소를 포함하는 가스를 공정 챔버(210) 내로 유동시키는 단계의 부산물은 불소 잔류물(240)의 얇은 층이다. 불소 잔류물(240)은 도 2에서 볼 수 있는 바와 같이 공정 챔버(210) 주위에 축적될 수 있다. 질화규소(SiN)의 층이 공정 챔버(210) 내에 침착되어 불소 잔류물(240)을 봉지하고 제거할 수 있다. 세정 단계에 후속하여, 침착 단계는 기판(200)을 공정 챔버(210) 내로 공정 트레이(214) 상에 로딩하는 단계를 포함할 수 있다. 공급 가스(224)가 공정 챔버(210) 내로 유동되어, 도 3에 도시된 바와 같이 기판(200) 상에 박막(270)을 형성한다. 표준 공정에 대한 실시예에서, 기판(200)은 태양 전지일 수 있다. 다른 실시예에서, 플라즈마-강화 화학 증착(PECVD)이 태양 전지 상에 박막을 형성하기 위해 사용될 수 있다. 또 다른 실시예에서, 박막은 질화규소(SiN)를 포함할 수 있다. 또 다른 실시예에서, 박막(270)을 형성하는 단계는 플라즈마-강화 화학 증착(PECVD)을 사용하여 태양 전지 상에 반사-방지 코팅(ARC)을 형성하는 단계를 포함할 수 있다.

[0011]

도 4를 참조하면, 반사-방지 코팅(ARC)을 형성하기 위한 질화규소의 플라즈마-강화 화학 증착(PECVD)에 후속하는 수개의 태양 전지의 이차 이온 질량 분석(SIMS) 시험 결과가 도시되어 있다. 결과는 태양 전지의 중심에서 그리고 에지를 따라 상이한 원소 오염 수준을 보여준다. 샘플링된 원소는 불소(F), 크롬(Cr), 마그네슘(Mg), 철(Fe) 및 니켈(Ni)을 포함한다. 결과는 중심(0.3)에서보다 규소 기판의 에지를 따라 4배 더 많은 불소 오염(1.2)이 있음을 명확하게 보여준다. 플라즈마-강화 화학 증착(PECVD) 질화규소 필름 내측에 포함된 잔류 불소가 규소 표면으로의 수소의 확산을 차단할 수 있는 것으로 알려져 있다. 규소 표면으로의 수소 확산은 표면 상의 규소의 불포화 결합(dangling bond)을 부동태화시키고, 이는 이어서 규소 표면 상의 전자 결함(electronic defect)의 수 밀도(number density)를 감소시키고 표면 재결합을 감소시키는 것으로 또한 알려져 있다. 규소 표면으로의 수소 확산을 차단함으로써, 불소는 태양 전지 장치의 긍정적인 수소 부동태화 효과 또는 표면 부동태화를 감소시킨다. 질화규소(SiN) 필름 내의 잔류 불소 오염 물질이 또한 질화규소(SiN) 필름의 유전 상수(dielectric constant)를 저하시켜 전체 태양 전지 굴절률(refractive index, RI)을 저하시킬 수 있다. 불소가 가장 음전성(electron negative)인 원소이기 때문에, 질화규소(SiN) 필름 내의 잔류 불소 오염 물질이 음전하를 축적하여 소수 캐리어(minority carrier)를 표면으로 끌어당기고 표면 재결합 손실을 증가시킬 수 있다. 따라서, 낮은 표면 부동태화, 보다 낮은 굴절률(RI) 및 증가된 재결합으로 인한 손실이 전체 태양 전지 효율을 감소시킬 수 있다.

[0012]

본 발명자는 위의 시험으로부터의 태양 전지의 에지가 공정 챔버 내의 불소 잔류 축적물의 영역에 가장 가깝다고 가정하였다. 이들 영역은 챔버 벽, 챔버 코너 및 트레이 코너를 포함한다. 위에 언급된 바와 같이, 불소 잔류물을 제거하기 위한 해법은 세정 단계 동안 공정 챔버 내에 질화규소(SiN)를 침착시키는 것이다. 이러한 공정에 대한 단점은 허용가능한 불소 잔류물 봉지를 달성하고 오염을 방지하기 위해서는 질화규소(SiN)의 두꺼운 층이 필요할 것이라는 점이다. 그러한 공정을 수행하는 것은 많은 비용이 들고 너무 많은 처리 시간이 걸릴 것이다. 또한, 질화규소(SiN) 침착 단독으로는 전술된 시험 결과에서 알 수 있는 바와 같이, 챔버 코너와 트레이 코너 주위의 불소 잔류물을 완전히 봉지하기에 충분하지 않을 수 있다. 따라서, 본 발명자는 불소 오염으로부터 추가의 보호를 제공하는, 기판 상에 박막을 형성하기 위한 방법을 제안한다. 제안된 해법에 대한 방법론이 개선된 굴절률(RI) 및 태양 전지 효율 성능을 보여주는 시험 결과를 포함하여 후술된다.

[0013]

도 5 및 도 6을 참조하면, 기판 상에 박막을 형성하는 방법이 도시되어 있다. 방법은 샤워헤드(312), 챔버 벽(316), 진공 채널(318), 및 트레이 코너(319)를 가진 공정 트레이(314)를 구비한 공정 챔버(310)를 제공하는 단계를 포함한다. 공정 챔버(310)의 구성요소는 도 1에 기술된 공정 챔버(110)와 유사한 기능을 갖는다. 방법은 또한 도 5에서 볼 수 있는 바와 같이, 불소를 갖는 제1 가스(320)를 유동시킴으로써 공정 챔버(310)를 세정하는 단계를 포함한다. 제1 가스(320)는 공정 챔버(310) 내의 임의의 잔류 박막(330)과 반응하는 기능을 한다. 잔류 박막(330)은 이전의 침착 또는 세정 단계로부터 유래한다. 일 실시예에서, 제1 가스는 삼불화질소(NF₃)를 포함할 수 있고, 박막은 질화규소(SiN)일 수 있다. 불소를 갖는 제1 가스(320)와 잔류 박막(330) 사이의 반응은 제1 생성 가스(360)를 생성한다. 제1 생성 가스(360)는 그것을 진공 채널(318)을 통해 밖으로 유동시킴으로써 공정 챔버(310)로부터 제거된다. 일 실시예에서, 제1 생성 가스(360)는 사불화규소(SiF₄) 가스와 질소(N₂) 가스를 포함할 수 있다. 불소를 갖는 제1 가스(320)를 공정 챔버(310) 내로 유동시키는 단계의 부산물은 불소 잔류물(340)의 얇은 층이다. 불소 잔류물(340)은 공정 챔버(310) 주위에, 특히 도 6에서 볼 수 있는 바와 같이, 공정 챔버 벽(316), 챔버 코너(315) 및 트레이 코너(319)를 따라 축적될 수 있다.

[0014]

도 7은 기판(300) 상에 박막을 형성하는 방법의 연속되는 단계를 예시한다. 방법은 불소 잔류물(340)을 제거하

도록 제2 가스(322)를 공정 챔버(310) 내로 유동시키는 단계를 추가로 포함한다. 제2 가스(322)는 챔버 코너(315)와 트레이 코너(319)를 따른 불소 잔류물(340)을 포함하는 불소 잔류물(340)과 반응하여 제2 생성 가스(362)를 생성하며, 여기서 제2 생성 가스(362)는 도 7에서 볼 수 있는 바와 같이 진공 채널(318)을 통해 공정 챔버(310) 밖으로 유동된다. 제2 가스(322)를 계속 유동시킴으로써 불소 오염으로부터 보호하는 제1 봉지 층(350)으로 공정 챔버가 완전히 코팅된다. 일 실시예에서, 제2 가스(322)는 실란(SiH_4)이고, 제1 봉지 층(350)은 비정질 규소(A-Si)를 포함한다. 다른 실시예에서, 제2 생성 가스(362)는 가스상 불화수소산(HF)이다. 또 다른 실시예에서, 제1 봉지 층(350)은 0.05 내지 0.5 마이크로미터 범위 내의 두께를 가질 수 있다. 다른 실시예에서, 제1 봉지 층(350)은 비정질 규소(A-Si)를 포함할 수 있고, 0.05 내지 0.5 마이크로미터 범위 내의 두께를 가질 수 있다. 또 다른 실시예에서, 공정 챔버(310) 내의 수분(H_2O)이 제1 봉지 층(350)의 형성 동안 제거된다. 또 다른 실시예에서, 공정 챔버(310) 내의 수분(H_2O)이 비정질 규소 봉지 층(350)(A-Si)의 형성 동안 제거되며, 여기서 비정질 규소(A-Si)는 수분(H_2O)을 이산화규소(SiO_2)와 수소 가스(H_2)로 변환시킨다. 수소 가스(H_2)는 진공 채널(318)을 통해 공정 챔버(310)로부터 제거될 수 있다. 또 다른 실시예에서, 비정질 규소(A-Si)를 포함하는 제1 봉지 층(350)을 제공하는 것은 잔류 도펀트(dopant) 오염으로부터 보호한다. 제1 봉지 층(350)이 잔류 도펀트 오염으로부터 보호하는 동일한 실시예에서, 잔류 도펀트는 포스핀(PH_3)과 다이보레인(B_2H_6)을 포함할 수 있다. 다른 실시예에서, 제2 봉지 층이 후속하여 제1 봉지 층(350) 위에 침착될 수 있다. 제2 봉지 층이 침착될 수 있는 동일한 실시예에서, 제2 봉지 층은 질화규소(SiN)를 포함할 수 있고, 제1 봉지 층은 비정질 규소(A-Si)를 포함할 수 있다. 또 다른 실시예에서, 2층 비정질 규소(A-Si) 및 질화규소(SiN) 봉지 층이 금속 오염으로부터 보호하는 장벽 필름을 형성한다.

[0015]

도 8 및 도 9를 참조하면, 기관(300) 상에 박막을 형성하는 방법의 연속되는 단계가 도시되어 있다. 방법은 기관(300)을 공정 챔버(310) 내로 공정 트레이(314) 상에 로딩하여 제공하는 단계를 추가로 포함한다. 제3 가스(324)가 기관(300) 상에 박막(370)을 형성하도록 공정 챔버(310) 내로 유동된다. 일 실시예에서, 박막(370)이 도 8 및 도 9에 도시된 바와 같이, 챔버 벽(316), 챔버 코너(315), 공정 트레이(314) 및 공정 트레이 코너(319)위를 포함하여 공정 챔버(310) 주위에 침착될 수 있다. 다른 실시예에서, 제3 가스는 실란(SiH_4), 암모니아(NH_3) 및 질소(N_2)를 포함하는 균으로부터 선택되는 가스를 포함할 수 있다. 또 다른 실시예에서, 박막(370)은 질화규소(SiN)를 포함할 수 있다. 또 다른 실시예에서, 기관(300)은 선회위 코포레이션(SunPower Corporation)으로부터의 태양 전지일 수 있다. 일 실시예에서, 제1 지속 기간은 0.5 내지 5분의 범위 내일 수 있다. 일 실시예에서, 기관(300) 상에 박막(370)을 형성하는 단계는 태양 전지 상에 반사-방지 코팅(ARC)을 형성하는 단계를 포함할 수 있다. 다른 실시예에서, 기관(300) 상에 박막(370)을 형성하는 단계는 태양 전지의 배면 상에 반사-방지 코팅(BARC)을 형성하는 단계를 포함할 수 있다. 또 다른 실시예에서, 기관은 전면-접점 태양 전지, 배면-접점 태양 전지, 단결정 규소 태양 전지, 다결정 규소 태양 전지, 비정질 규소 태양 전지, 박막 규소 태양 전지, 셀렌화 구리 인듐 갈륨(CIGS) 태양 전지 및 텔루르화 카드뮴 태양 전지를 포함하는 균으로부터 선택되는 태양 전지로부터 유래할 수 있다.

[0016]

도 10 내지 도 12는 기관 상에 박막을 형성하기 위한 실시예에 포함되는 화학 반응을 기술하는 표를 예시한다. 도 10은 삼불화질소(NF_3) 세정을 위해 포함되는 화학 반응을 개시하고, 도 11은 불소 제거를 위해 포함되는 화학 반응을 개시하며, 도 12는 추가의 수분 제거를 위해 포함되는 화학 반응을 개시한다.

[0017]

도 13은 단계 명칭, 유량, 챔버 압력, RF(Radio-Frequency) 전력 및 처리 시간을 포함하여, 세정 및 시즈닝(seasoning) 작업에 대한 전형적인 공정 조건을 도시한다. 제1 예에서, 삼불화질소(NF_3) 가스 유동이 분당 5 내지 20 표준 리터(slm)로 변할 수 있지만, 보다 큰 범위가 사용될 수 있다. 제2 예에서, 실란(SiH_4) 가스 유동이 분당 1 내지 5 표준 리터(slm)로 변할 수 있으며, 여기서 보다 큰 범위가 또한 사용될 수 있다. 제3 예에서, 아르곤(Ar) 가스 유동이 분당 1 내지 6 표준 리터(slm)로 변할 수 있지만, 보다 큰 범위가 또한 사용될 수 있다. 제4 예에서, 질소(N_2) 가스 유동이 분당 10 내지 30 표준 리터(slm)로 변할 수 있으며, 여기서 보다 큰 범위가 사용될 수 있다. 제5 예에서, 챔버 압력이 0.4 내지 6 밀리토르(mTorr)로 변할 수 있다. 제6 예에서, 챔버 압력이 0.1 내지 6 밀리토르(mTorr)로 변할 수 있지만, 보다 큰 범위가 또한 사용될 수 있다. 제7 예에서, RF 전력이 0.1 내지 4 킬로와트(kW)로 변할 수 있다. 제8 예에서, RF 전력이 0 내지 6 킬로와트(kW)로 변할 수 있으며, 여기서 보다 큰 범위가 또한 사용될 수 있다. 제9 예에서, 전형적인 작업에 대한 지속 기간이 2 내지 20초, 5 내지 20초, 5 내지 200초 및 20 내지 1200초를 포함하는 균으로부터 선택되는 지속 기간으로 변

할 수 있다. 도 13은 위에 열거된 다양한 유량, 챔버 압력, RF 전력 및 지속 기간에 대해 대안적으로 구현될 수 있는 예시적인 범위를 보여준다.

[0018] 도 14는 반사-방지 코팅(ARC) 질화물의 굴절률(RI)에 미치는 챔버 시즈닝의 영향을 보여준다. 0.6 μm 두께의 표준 질화규소(SiN) 시즈닝을 사용하여, 반사-방지 코팅(ARC) 질화물의 굴절률(RI)은 챔버 세정과 시즈닝 후에 낮다. 반사-방지 코팅(ARC) 질화물 필름이 챔버 벽과 샤워헤드를 따라 축적됨에 따라, 반사-방지 코팅(ARC) 질화물 필름의 굴절률(RI)이 증가한다. 챔버 내에서의 3.0 μm 반사-방지 코팅(ARC) 질화물 필름의 축적 후에, 질화물 굴절률(RI)은 안정된다. 비정질 규소(A-Si) 시즈닝을 사용하여, 챔버 세정 후의 낮은 굴절률(RI) 문제가 제거된다. 따라서, 비정질 규소(A-Si) 시즈닝이 굴절률(RI) 성능의 개선으로 인해 바람직하다.

[0019] 도 15는 다양한 시즈닝 레시피에 대한 태양 전지 효율을 비교한다. 1분 질화규소(SiN) 시즈닝 후에 제조된 태양 전지는 최저 태양 전지 효율을 갖는다. 질화규소(SiN) 시즈닝을 3분으로 증가시키는 것은 태양 전지 효율을 약간 개선한다. 챔버가 두꺼운, 예컨대 3 μm 내지 6 μm 의 질화규소(SiN) 필름에 의해 코팅된 때, 태양 전지 효율이 상당히 증가한다. 도 15에서 볼 수 있는 바와 같이, 위에서 논의된 비정질 규소(A-Si) 시즈닝 기술을 비롯한 기존 레시피에 대한 결과는 두꺼운 질화규소(SiN) 필름으로부터의 결과와 유사하다. 그러한 질화규소(SiN) 필름의 두꺼운 층을 침착시키는 것은 비정질 규소(A-Si) 필름을 형성하는 것보다 매우 많은 비용이 들고 처리하는 데 훨씬 더 오래 걸린다. 따라서, 비정질 규소(A-Si) 시즈닝 레시피가 감소된 처리 시간에서의 전체 태양 전지 효율 성능의 개선으로 인해 바람직하다.

[0020] 위의 결과가 태양 전지 기판을 중심으로 제시되지만, 전술된 방법은 박막의 형성을 위해 임의의 다양한 기판과 함께 사용될 수 있다. 일 실시예에서, 기판은 액정 디스플레이(LCD)를 포함할 수 있다. 기판이 액정 디스플레이(LCD)인 동일한 실시예에서, 기판 상에 박막을 형성하는 단계는 액정 디스플레이(LCD) 상에 절연 층을 형성하는 단계를 포함할 수 있다. 또 다른 실시예에서, 플라즈마-강화 화학 증착(PECVD)이 액정 디스플레이(LCD) 상에 절연 층을 형성하기 위해 사용될 수 있다.

[0021] 도 16을 참조하면, 기판 상에 박막을 형성하기 위한 실시예의 흐름도가 도시되어 있다. 전술된 바와 같이, 제1 작업(400)은 공정 챔버(310)를 제공하는 단계를 포함할 수 있다. 제2 작업(402)은 공정 챔버(310)를 세정하도록 불소를 포함하는 제1 가스(320)를 유동시키는 단계를 포함할 수 있다. 제3 작업(404)은 비정질 규소를 갖는 제1 봉지 층(350)으로 공정 챔버(310)를 코팅하도록 제1 지속 기간에 걸쳐 제2 가스(322)를 유동시키는 단계를 포함할 수 있고, 여기서 제1 봉지 층은 불소 오염으로부터 보호한다. 제4 작업(406)은 기판(300)을 공정 챔버(310) 내로 로딩하는 단계를 포함할 수 있다. 제5 작업(408)은 기판(300) 상에 박막(370)을 침착시키도록 제3 가스(324)를 공정 챔버(310) 내로 유동시키는 단계를 포함할 수 있다. 마지막 작업(410)은 공정 챔버(310)로부터 기판(300)을 언로딩하는 단계를 포함할 수 있다.

[0022] 도 17은 태양 전지 상에 질화규소 필름을 형성하기 위한 실시예의 흐름도를 예시한다. 전술된 바와 같이, 제1 작업(420)은 공정 챔버(310)를 제공하는 단계를 포함할 수 있다. 제2 작업(422)은 과잉 질화규소(SiN)(330)로부터 공정 챔버(310)를 세정하도록 불소(320)를 갖는 제1 가스를 유동시키는 단계를 포함할 수 있다. 제3 작업(424)은 비정질 규소로 공정 챔버를 코팅하도록 제1 지속 기간 동안 제2 가스(322)를 유동시키는 단계를 포함할 수 있고, 여기서 비정질 규소는 불소 오염으로부터 보호하기 위한 제1 봉지 층(350)을 형성한다. 제4 작업(426)은 태양 전지(300)를 공정 챔버(310) 내로 로딩하는 단계를 포함할 수 있다. 제5 작업(428)은 플라즈마-강화 화학 증착(PECVD)에 의해 태양 전지(300) 상에 질화규소 필름(370)을 침착시키는 단계를 포함할 수 있다. 마지막 작업(430)은 공정 챔버(310)로부터 태양 전지(300)를 언로딩하는 단계를 포함할 수 있다.

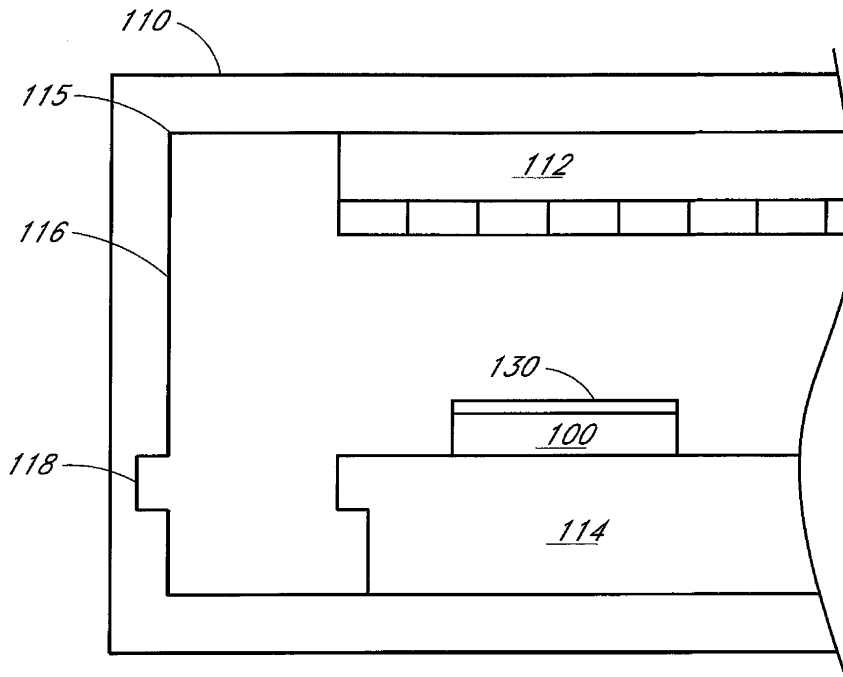
[0023] 도 18을 참조하면, 태양 전지 상에 질화규소 필름을 형성하기 위한 실시예의 흐름도가 도시되어 있다. 전술된 바와 같이, 제1 작업(440)은 공정 챔버(310)와, 정상 작동 동안 태양을 향하도록 구성되는 전면 및 전면 반대편의 배면을 갖는 태양 전지(300)를 제공하는 단계를 포함할 수 있다. 제2 작업(442)은 과잉 질화규소(SiN)(330)로부터 공정 챔버(310)를 세정하도록 삼불화질소(NF₃) 가스(320)를 유동시키는 단계를 포함할 수 있다. 제3 작업(444)은 비정질 규소로 공정 챔버를 코팅하도록 최대 5분 동안 실란(SiH₄) 가스(322)를 유동시키는 단계를 포함할 수 있고, 여기서 비정질 규소는 불소 오염으로부터 보호하기 위한 제1 봉지 층(350)을 형성한다. 제4 작업(446)은 태양 전지(300)를 공정 챔버(310) 내로 로딩하는 단계를 포함할 수 있다. 제5 작업(448)은 실란(SiH₄), 암모니아(NH₃) 및 질소(N₂) 가스의 플라즈마-강화 화학 증착(PECVD)에 의해 태양 전지(300)의 전면 상에 질화규소(SiN) 필름을 포함하는 반사-방지 코팅(ARC) 층(370)을 침착시키는 단계를 포함할 수 있다. 마지막 작업(450)은 공정 챔버(310)로부터 태양 전지(300)를 언로딩하는 단계를 포함할 수 있다.

[0024]

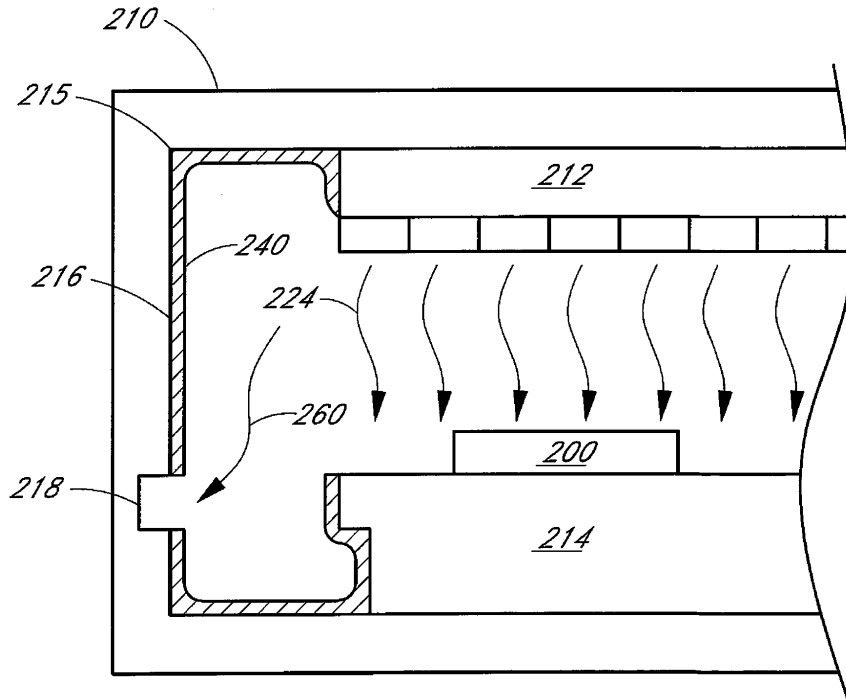
전술한 상세한 설명에서 적어도 하나의 예시적인 실시예가 제시되었지만, 매우 많은 수의 변형례가 존재한다는 것을 이해하여야 한다. 또한, 본 명세서에 기술된 예시적인 실시예 또는 실시예들이 청구된 발명 요지의 범주, 적용가능성, 또는 구성을 어떠한 방식으로든 제한하도록 의도되지 않는다는 것을 이해하여야 한다. 오히려, 전술한 상세한 설명은 기술된 실시예 또는 실시예들을 구현하기 위한 편리한 지침을 당업자에게 제공할 것이다. 본 특허 출원의 출원 시점에 공지된 등가물 및 예측가능한 등가물을 포함하는 청구범위에 의해 한정되는 범주를 벗어나지 않고서 요소들의 기능 및 배열에 다양한 변경이 행해질 수 있다는 것을 이해하여야 한다.

도면

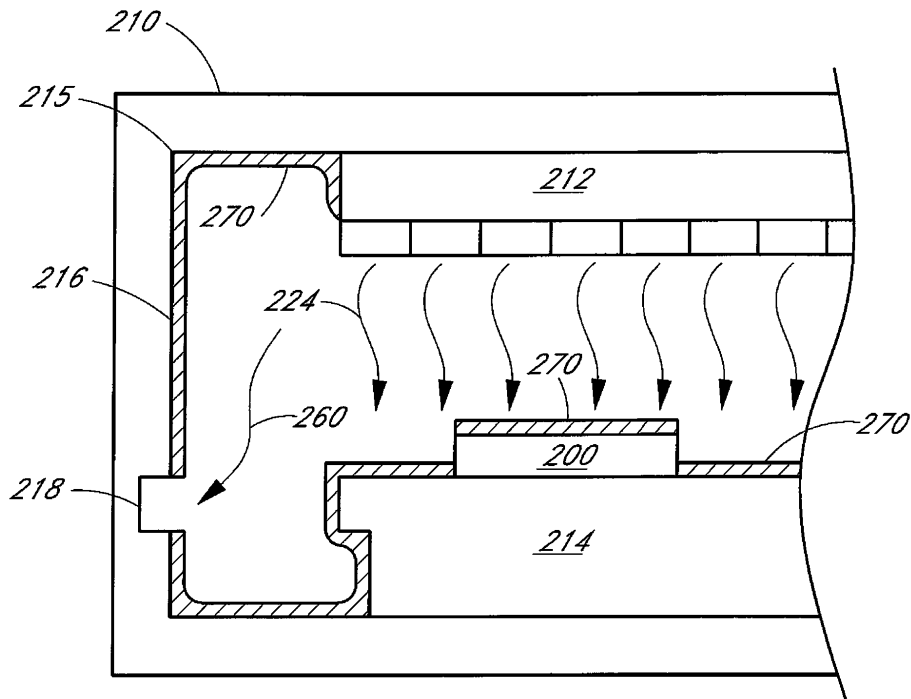
도면1



도면2



도면3

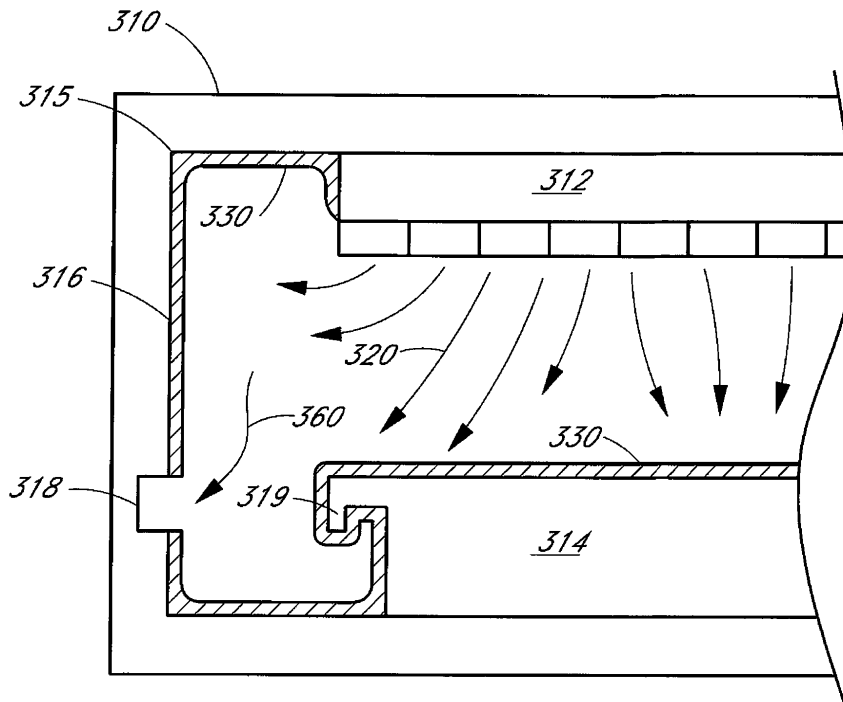


도면4

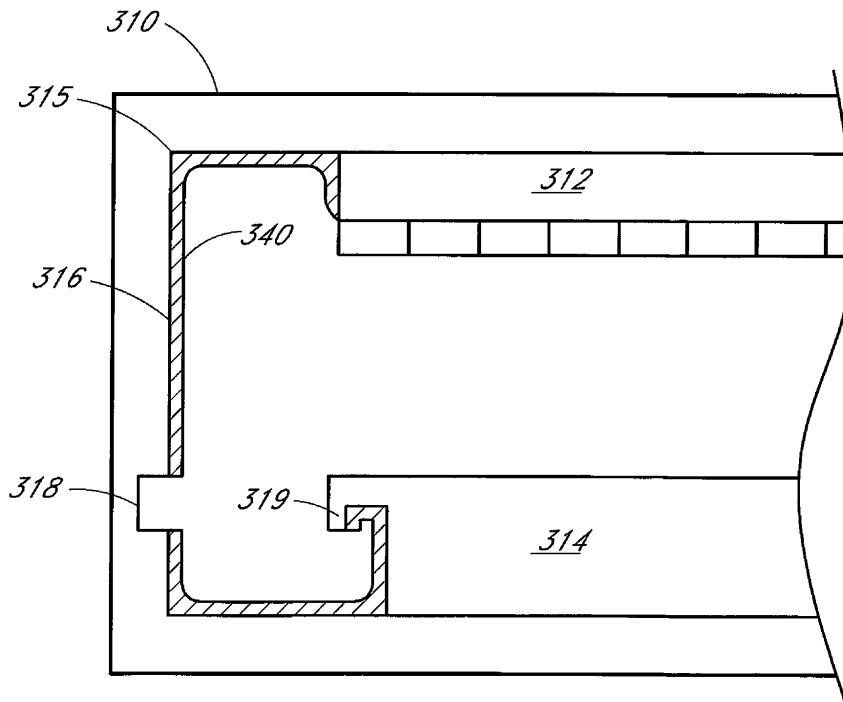
SIMS 분석의 결과

샘플	F(원자%)	F	Cr	Mg	Fe	Ni
중심	0.3	2.6e20	6.4e15	5.2e15	≤2e16	≤3e16
예지	1.2	1.2e21	6.5e15	1.5e16	≤2e16	≤3e16

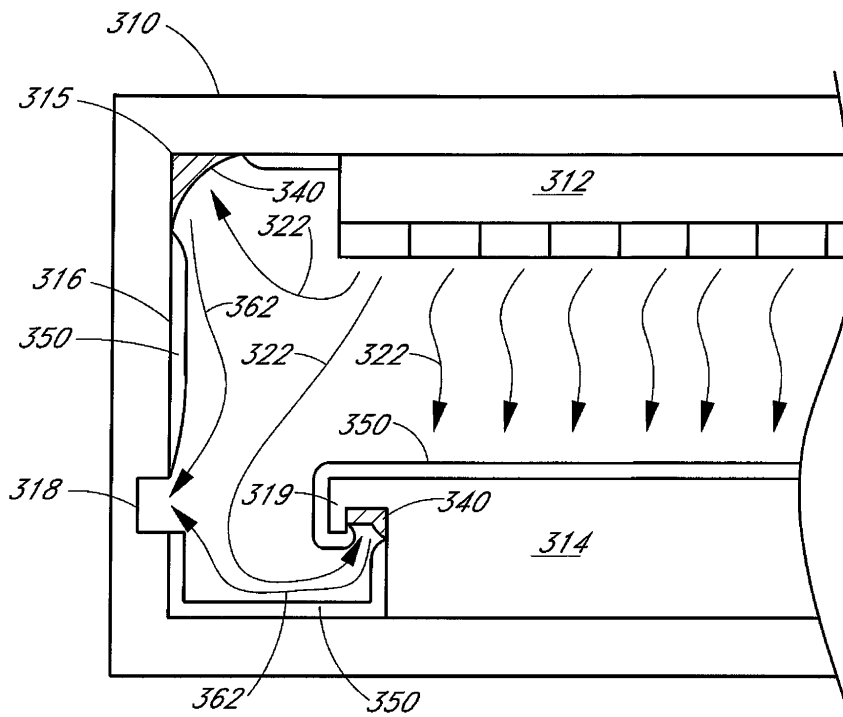
도면5



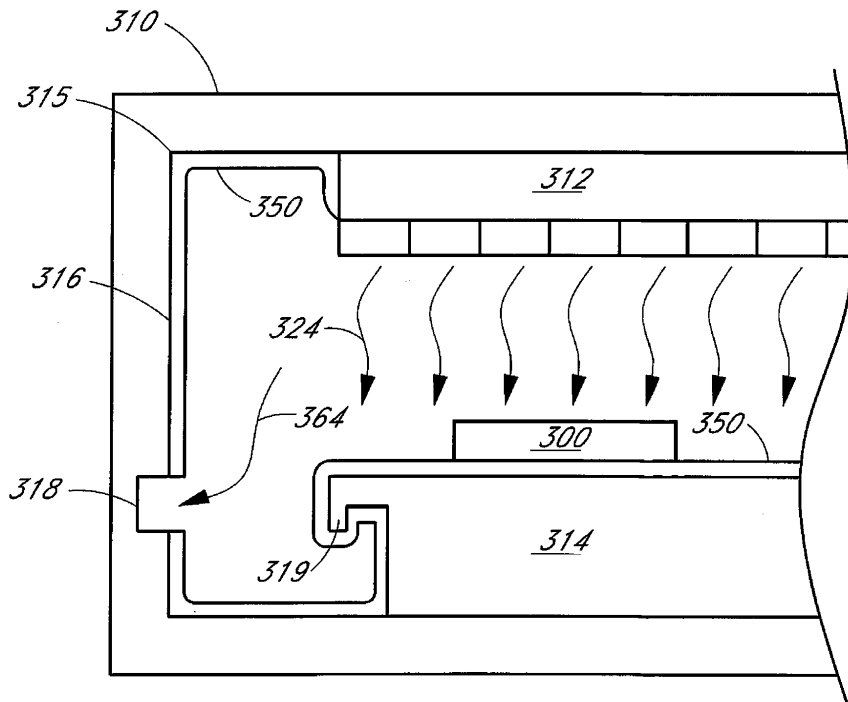
도면6



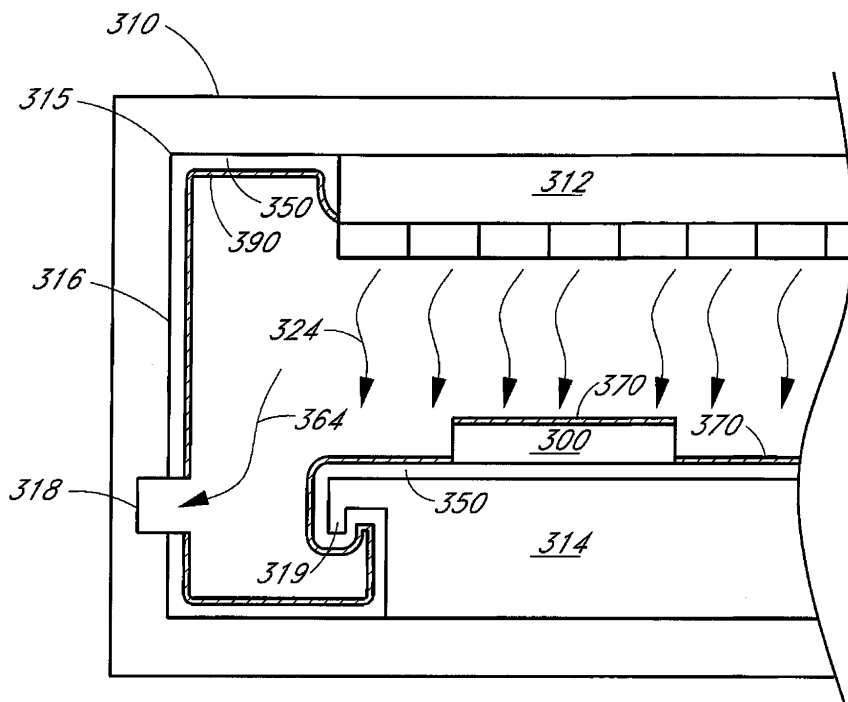
도면7



도면8



도면9



도면10

표 1. 세정 공정

단계	설명	화학 반응
1	삼불화질소(NF ₃) 가스가 공정 챔버 내로 방출되고, 여기서 삼불화질소 가스는 그의 성분 부분들: 질소(N ₂)와 불소(F)로 이온화된다.	$2NF_3 \rightarrow N_2 + 6F$
2	불소(F)가 질화규소(Si ₃ N ₄)와 반응하여 사불화규소(SiF ₄) 가스와 질소(N ₂) 가스를 형성한다. 두 가스가 진공 채널을 통해 공정 챔버 밖으로 유동된다.	$12F + Si_3N_4 \rightarrow 3SiF_4 + 2N_2$
3	과잉 불소(F) 잔류물이 공정 챔버와 챔버 벽 주위에 남는다.	F

도면11

표 2. 불소 제거

단계	설명	화학 반응
1	실란(SiH ₄) 가스가 공정 챔버 내로 방출되고, 여기서 실란 가스는 그의 성분 부분들: 규소(Si)와 수소(H)로 이온화된다.	$SiH_4 \rightarrow Si + 4H$
2	수소(H)가 잔류 불소(F)와 반응하여 가스상 불화수소산(HF)을 형성한다.	$2H + F_2 \rightarrow 2HF$
3	남은 가스상 불화수소산(HF)이 산화물과만 반응하고, 규소 기판을 표적화하지 않는다. 가스상 불화수소산(HF)이 또한 진공 채널을 통해 공정 챔버 밖으로 유동된다.	HF

도면12

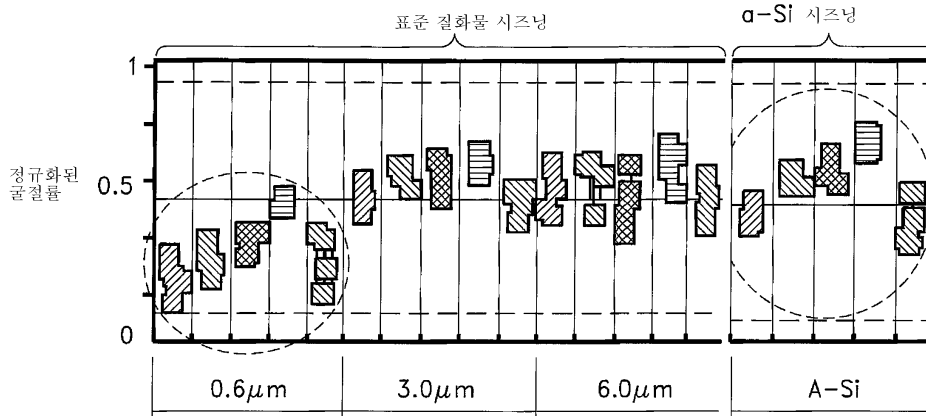
표 3. 추가의 수분 제거

단계	설명	화학 반응
1	실란(SiH ₄) 가스가 공정 챔버 내로 방출되고, 여기서 실란 가스는 그의 성분 부분들: 규소(Si)와 수소(H)로 이온화된다.	$SiH_4 \rightarrow Si + 4H$
2	과잉 수소(H)가 진공 채널을 통해 공정 챔버 밖으로 유동될 수 있는 수소 가스(H ₂)를 형성한다.	$2H \rightarrow H_2$
3	수분(H ₂ O)이 공정 동안 제거되고, 여기서 비정질 규소 표면이 수분(H ₂ O)을 이산화규소(SiO ₂)와 수소 가스(H ₂)로 변환시킨다.	$Si + 2H_2O \rightarrow SiO_2 + 2H_2$
4	과잉 수소 가스(H)가 진공 채널을 통해 공정 챔버 밖으로 유동될 수 있다.	H ₂

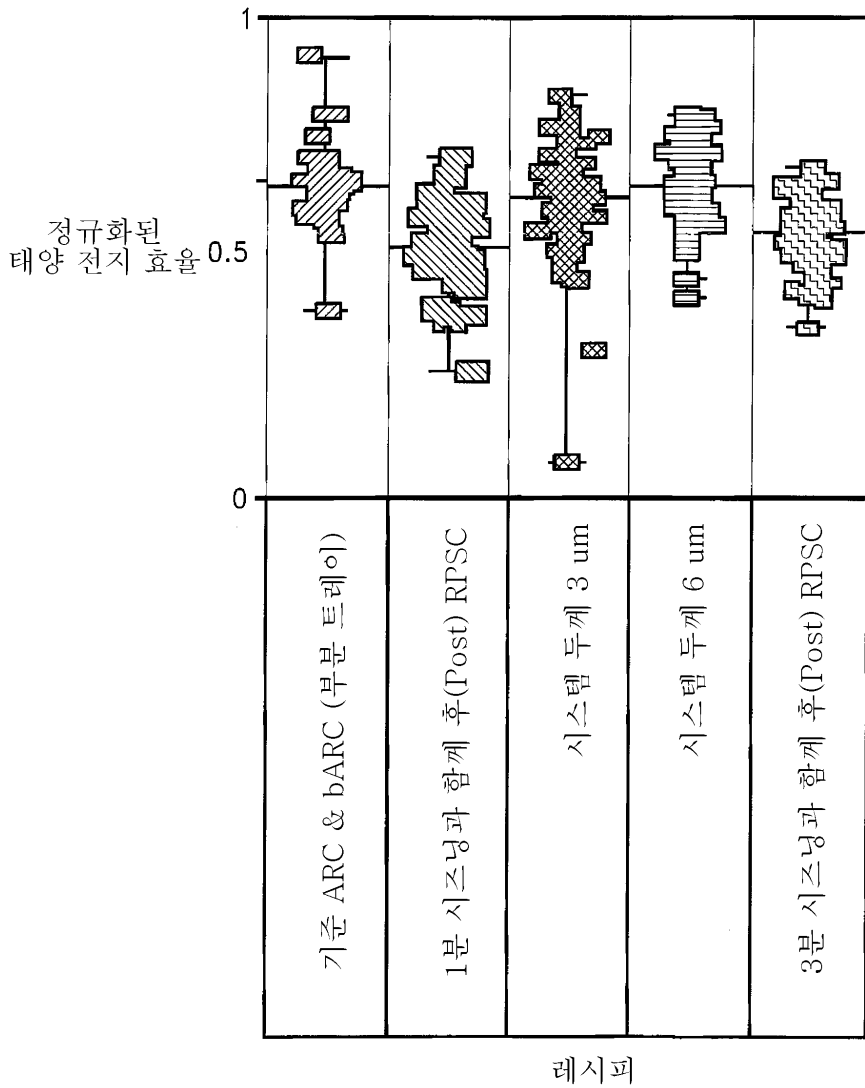
도면13

세정 + 시즈닝	1	2	3	4	5	6
단계 명칭	Ar	세정(Clean)	세정(Clean)	안정화(Stab)	SiH ₄	N ₂ 퍼징(Purge)
NF ₃ 유동 (slm)	0	0-50	0-50	0	0	0
SiH ₄ 유동 (slm)	0	0	0	0-10	0-10	0
Ar 유동 (slm)	0-10	0	0	0	0	0
N ₂ 유동 (slm)	0	0	0	0	0	0-50
압력 (mTorr)	0-10	0-10	0-10	0-10	0-10	0-10
RF 전력 (kW)	0-10	0-10	0-10	0	0-10	0
원격 플라즈마(Remote plasma)	온(on)	온(on)	온(on)	오프(off)	오프(off)	오프(off)
시간 (s)	1-30	1-30	1-1500	1-30	1-500	1-500

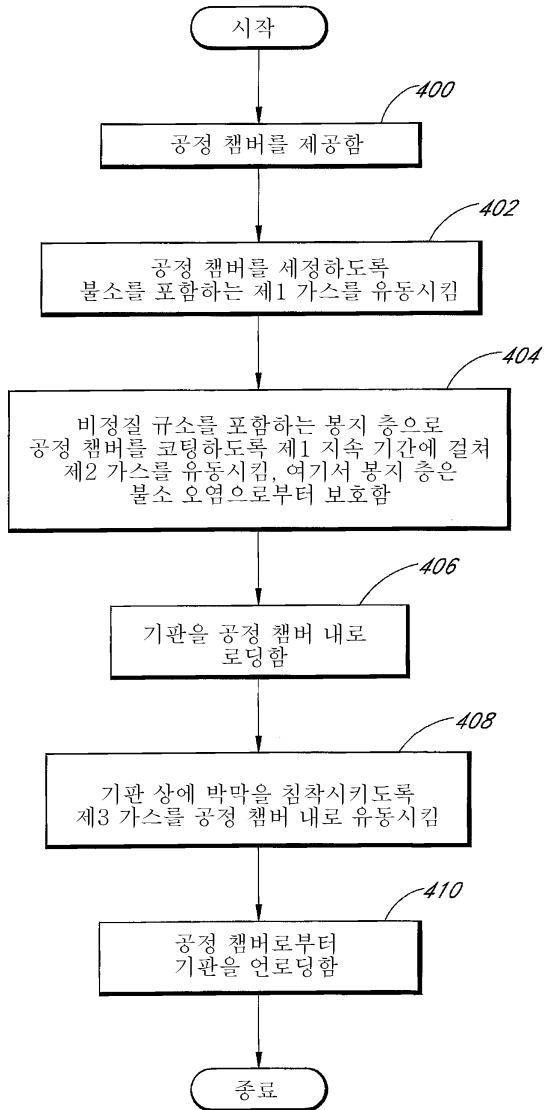
도면14



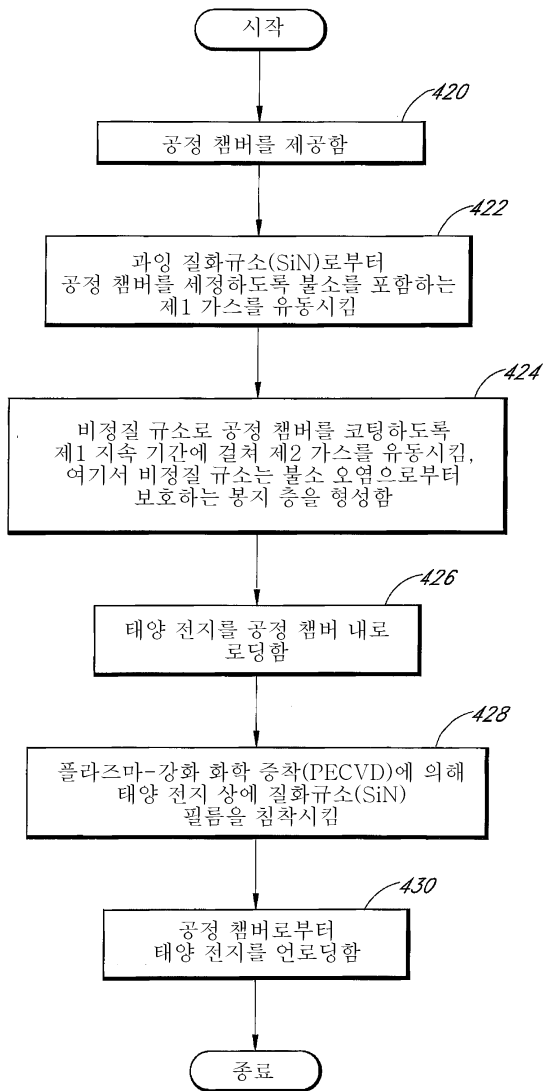
도면15



도면16



도면17



도면18

