



(19) 대한민국특허청(KR)

(12) 등록특허공보(B1)

(45) 공고일자 2021년01월11일

(11) 등록번호 10-2201594

(24) 등록일자 2021년01월06일

(51) 국제특허분류(Int. Cl.)

H01L 27/146 (2006.01)

(21) 출원번호 10-2014-0124295

(22) 출원일자 2014년09월18일

심사청구일자 2019년05월07일

(65) 공개번호 10-2016-0033436

(43) 공개일자 2016년03월28일

(56) 선행기술조사문헌

JP2011159985 A*

KR1020090037362 A*

KR1020120103448 A*

*는 심사관에 의하여 인용된 문헌

(73) 특허권자

에스케이하이닉스 주식회사

경기도 이천시 부발읍 경충대로 2091

연세대학교 산학협력단

서울특별시 서대문구 연세로 50 (신촌동, 연세대학교)

(72) 발명자

김도환

충청북도 청원군 오창읍 오창중앙로 94 한라비발디아파트 818동 901호

손현철

서울특별시 강남구 압구정로14길 20 유로미타운 B102호

(뒷면에 계속)

(74) 대리인

이철희

전체 청구항 수 : 총 9 항

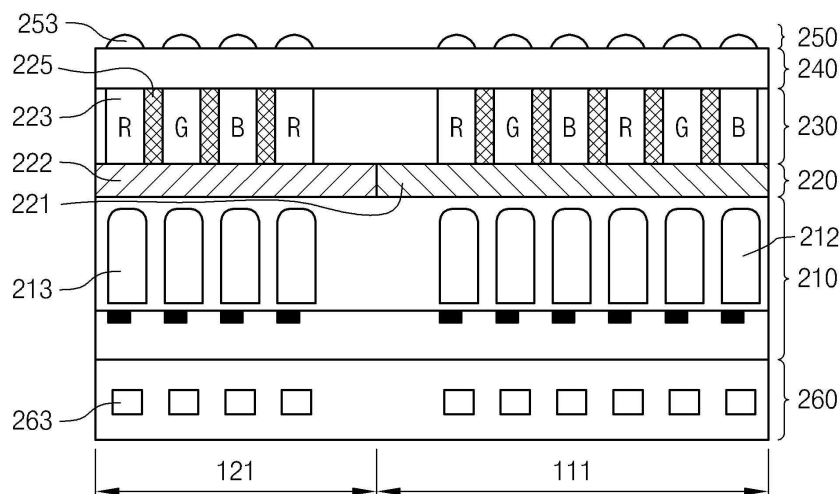
심사관 : 심병로

(54) 발명의 명칭 반사방지층을 갖는 이미지 센서 및 그 제조 방법

(57) 요약

본 발명은 액티브 픽셀 어레이와 오퍼티컬 블랙 픽셀 어레이가 형성된 픽셀층; 상기 액티브 픽셀 어레이의 상부에 형성되고, 광 투과도가 높은 하프늄 산화막으로 구성된 제1 반사방지막; 및 상기 오퍼티컬 블랙 픽셀 어레이의 상부에 형성되고, 광 투과도가 낮은 하프늄 산화막으로 형성된 제2 반사방지막을 구비하는 이미지 센서를 제공한다.

대표도 - 도2



(72) 발명자

나희도

서울특별시 서대문구 연세로 50 연세대학교 공학원
170D호

유경동

서울특별시 송파구 양재대로72길 현대아파트 44동
103호

김중채

경기도 용인시 수지구 진산로66번길 27 진산마을삼
성래미안 708동 1102호

명세서

청구범위

청구항 1

액티브 픽셀 어레이와 옵티컬 블랙 픽셀 어레이를 포함하는 픽셀층;
상기 액티브 픽셀 어레이의 상부에 형성되고, 제1 하프늄 산화막을 포함하는 제1 반사방지막; 및
상기 옵티컬 블랙 픽셀 어레이의 상부에 형성되고, 제2 하프늄 산화막을 포함하는 제2 반사방지막;을 포함하며,
상기 제2 하프늄 산화막은 상기 제1 하프늄 산화막보다 낮은 투과도를 가지는 이미지 센서.

청구항 2

제1항에 있어서,
상기 제1 반사방지막을 구성하는 상기 제1 하프늄 산화막은 HfO_2 로 구성된 것을 특징으로 하는 이미지 센서.

청구항 3

제1항에 있어서,
상기 제2 반사방지막을 구성하는 상기 제2 하프늄 산화막은 HfO_x (x 는 1 이하)로 구성된 것을 특징으로 하는 이미지 센서.

청구항 4

제1항에 있어서,
상기 제1 반사방지막과 상기 제2 반사방지막은 서로 인접하도록 형성된 것을 특징으로 하는 이미지 센서.

청구항 5

제1항에 있어서,
상기 픽셀층의 하부에 내부에 배선들이 형성된 절연층이 형성되고,
제1 및 제2 반사방지막들 위에
가시광선을 통과시키는 칼라 필터층; 및
외부로부터 입사되는 빛을 집광하는 마이크로 렌즈층이 순차적으로 적층된 것을 특징으로 하는 이미지 센서.

청구항 6

제1항에 있어서,
상기 픽셀층과 제1 및 제2 반사방지막들 사이에 내부에 배선들이 형성된 절연층이 형성되고,
상기 제1 및 제2 반사방지막들 위에,
가시광선을 통과시키는 칼라 필터층; 및
외부로부터 입사되는 빛을 집광하는 마이크로 렌즈층이 순차적으로 적층된 것을 특징으로 하는 이미지 센서.

청구항 7

액티브 픽셀 어레이와 옵티컬 블랙 픽셀 어레이가 형성된 기판을 제공하는 단계;
상기 액티브 픽셀 어레이의 상부와 상기 옵티컬 블랙 픽셀 어레이의 상부에 실리콘 산화막을 형성하는 단계;
상기 옵티컬 블랙 픽셀 어레이의 상부에 형성된 실리콘 산화막을 제거하는 단계;

상기 옵티컬 블랙 픽셀 어레이의 상부와 상기 실리콘 산화막의 상부에 하프늄막을 형성하는 단계; 및

상기 액티브 픽셀 어레이의 상부에는 제1 하프늄 산화막을 형성하고, 상기 옵티컬 블랙 픽셀 어레이의 상부에는 제2 하프늄 산화막을 형성하는 단계를 포함하고,

상기 제2 하프늄 산화막은 상기 제1 하프늄 산화막보다 낮은 투과도를 가지는 이미지 센서의 제조 방법.

청구항 8

삭제

청구항 9

제7항에 있어서, 상기 하프늄막을 섭씨 300도 내지 450도에서 어닐링하여 상기 제1 하프늄 산화막 및 상기 제2 하프늄 산화막을 형성하는 것을 특징으로 하는 이미지 센서의 제조 방법.

청구항 10

제7항에 있어서, 상기 하프늄막을 상온에서 30분 내지 150분 동안 방치하여 상기 제1 하프늄 산화막 및 상기 제2 하프늄 산화막을 형성하는 것을 특징으로 하는 이미지 센서의 제조 방법.

발명의 설명

기술 분야

[0001] 본 발명은 이미지 센서에 관한 것으로서, 특히 CMOS(Complementary Metal Oxide Semiconductor)로 구성되는 이미지 센서 및 그의 제조 방법에 관한 것이다.

배경 기술

[0002] 이미지 센서는 외부의 영상을 감지하는 센서이다. 즉, 이미지 센서는 외부의 영상을 빛으로 감지하고, 상기 감지된 빛을 전기 신호로 변환하여 디지털 신호를 처리하는 장치로 전송한다. 이미지 센서는 2종류의 이미지 센서, 예컨대 CCD(Charge Coupled Device) 이미지 센서와 CMOS(Complementary metal oxide semiconductor) 이미지 센서로 구분된다.

[0003] CCD 이미지 센서는 P형 불순물층 위에 형성된 포토다이오드, CCD, 신호 검출 회로를 구비하며, 상기 포토다이오드는 외부에서 입사되는 빛을 전하로 변환하고, CCD는 상기 전하를 신호 검출 회로로 전송하며, 신호 검출 회로는 상기 전하를 전압으로 변환하여 출력한다.

[0004] CMOS 이미지 센서는 PMOS(P channel Metal Oxide Semiconductor) 트랜지스터와 NMOS(N channel Metal Oxide Semiconductor) 트랜지스터를 접합하는 상보 회로 방식으로 구성된 CMOS 트랜지스터들을 구비하여 입력되는 영상을 전기 신호로 변환한다. CMOS 기술은 집적도가 높고 소모 전력이 매우 적다는 장점이 있으므로, 최근에는 휴대폰과 같이 소형의 전자기기에 많이 사용되고 있다.

[0005] CMOS 이미지 센서는 외부로부터 입사되는 빛을 흡수하는 액티브 픽셀 어레이(active pixel array)와, 상기 빛이 입사되는 것을 차단하는 옵티컬 블랙 픽셀 어레이(optical black pixel array)를 구비한다.

[0006] 액티브 픽셀 어레이는 외부로부터 입사되는 빛을 흡수하여 광전하를 생성 및 축적하는 픽셀들이 형성되고, 상기 옵티컬 블랙 픽셀 어레이는 암흑(dark) 상태에서 픽셀 출력을 오프셋 값(Offset Value)으로 사용하기 때문에 빛의 유입이 차단되도록 구현된다. 이와 같이, 액티브 픽셀 어레이와 옵티컬 블랙 픽셀 어레이는 기능이 다르기 때문에, 다른 멀티 스택(multi stack) 구조를 가지게 된다.

[0007] 공개특허(일본특개 2011-114292)는 액티브 픽셀 어레이와 옵티컬 블랙 픽셀 어레이가 다른 구조로 형성된 상태를 보여준다. 이와 같이, 액티브 픽셀 어레이와 옵티컬 블랙 픽셀 어레이가 다른 구조를 가질 경우, 그 공정도 다르게 진행된다. 이로 인하여, 이미지 센서의 제조 공정이 복잡해지고, 제조 비용도 증가한다.

발명의 내용

해결하려는 과제

[0008] 본 발명은 옵티컬 블랙 픽셀 어레이의 블랙 레벨 보상 특성이 향상되는 이미지 센서 및 그의 제조 방법을 제공하기 위한 것이다.

과제의 해결 수단

[0009] 상기 과제를 해결하기 위하여 본 발명은,

[0010] 액티브 픽셀 어레이와 옵티컬 블랙 픽셀 어레이가 형성된 픽셀층; 상기 액티브 픽셀 어레이의 상부에 형성되고, 광 투과도가 높은 하프늄 산화막으로 구성된 제1 반사방지막; 및 상기 옵티컬 블랙 픽셀 어레이의 상부에 형성되고, 광 투과도가 낮은 하프늄 산화막으로 형성된 제2 반사방지막을 구비하는 이미지 센서를 제공한다.

[0011] 상기 제1 반사방지막을 구성하는 하프늄 산화막은 HfO_2 로 구성되고, 상기 제2 반사방지막을 구성하는 하프늄 산화막은 HfO_x (x 는 1 이하)로 구성될 수 있다.

[0012] 상기 과제를 해결하기 위하여 본 발명은 또한,

[0013] 액티브 픽셀 어레이와 옵티컬 블랙 픽셀 어레이가 형성된 기판을 갖는 이미지 센서의 제조 방법에 있어서, (a) 상기 액티브 픽셀 어레이의 상부와 상기 옵티컬 블랙 픽셀 어레이의 상부에 실리콘 산화막을 형성하는 단계; (b) 상기 옵티컬 블랙 픽셀 어레이의 상부에 형성된 실리콘 산화막을 제거하는 단계; (c) 상기 옵티컬 블랙 픽셀 어레이의 상부와 상기 실리콘 산화막의 상부에 하프늄막을 형성하는 단계; 및 (d) 상기 액티브 픽셀 어레이의 상부에는 광 투과도가 높은 하프늄 산화막을 형성하고, 상기 옵티컬 블랙 픽셀 어레이의 상부에는 광 투과도가 낮은 하프늄 산화막을 형성하는 단계를 포함하는 이미지 센서의 제조 방법을 제공한다.

[0014] 상기 (d) 단계는, (d-1) 상기 하프늄막을 산화시키는 단계; 및 (d-2) 상기 실리콘 물질을 제거하는 단계를 포함할 수 있다.

발명의 효과

[0015] 본 발명에 따르면, 액티브 픽셀 어레이와 옵티컬 블랙 픽셀 어레이를 구비하는 실리콘 기판에 있어서, 액티브 픽셀 어레이가 형성된 액티브 픽셀 어레이 영역의 상부에 광 투과도가 높은 하프늄 산화막을 형성하고, 옵티컬 블랙 픽셀 어레이가 형성된 옵티컬 블랙 픽셀 어레이 영역의 상부에 광 투과도가 낮은 하프늄 산화막을 형성하며, 상기 2개의 산화막은 동일한 제조 공정을 통해서 동일한 구조로 형성된다.

[0016] 따라서, 이미지 센서의 백사이드(backside)에 형성된 P 피닝층(pinning layer)의 아웃 디퓨전(out diffusion)이나 전계 효과(field effect)가 동일한 특성을 나타내며, 그 결과 블랙 레벨 보상(black level compensation) 특성이 향상되어 SNR 및 DR의 열화를 방지할 수 있다.

[0017] 또한, 액티브 픽셀 어레이 영역의 상부의 하프늄 산화막(HfO_2)과 옵티컬 블랙 픽셀 어레이 영역의 상부의 하프늄 산화막(HfO_x ; x 는 1 이하)을 동일한 제조 공정을 통해서 형성함으로써, 실리콘 기판의 상부에 하프늄 산화막을 이용한 반사방지막을 형성하는 공정이 현저하게 단축된다.

[0018] 따라서, 이미지 센서의 제조 원가가 절감되고, 불량률이 감소되며, 신뢰성이 향상된다.

도면의 간단한 설명

[0019] 도 1은 본 발명에 따른 이미지 센서에 구비되는 픽셀 어레이 영역의 평면도이다.

도 2는 도 1에 도시된 픽셀 어레이 영역의 1-1' 단면을 따라 절단된 이미지 센서의 일 예를 도시한 단면도이다.

도 3은 도 1에 도시된 픽셀 어레이 영역의 1-1' 단면을 따라 절단된 이미지 센서의 다른 예를 도시한 단면도이다.

도 4 내지 도 8은 본 발명에 따른 이미지 센서의 제조 방법을 순차적으로 도시한 단면도들이다.

도 9는 도 8을 구체적으로 설명하기 위한 흐름도이다.

도 10은 하프늄 산화막에 있어서 산소 플로우 레이트(oxygen flow rate)에 따른 저항성 관계를 보여주는 그래프이다.

발명을 실시하기 위한 구체적인 내용

- [0020] 이하, 첨부한 도면들을 참고하여 본 발명이 속하는 기술 분야에서 통상의 지식을 가진 자가 용이하게 실시할 수 있도록 본 발명의 실시예에 대하여 상세히 설명하기로 한다. 각 도면에 제시된 참조부호들 중 동일한 참조부호는 동일한 부재를 나타낸다. 또한, 도면에 도시된 각 층(layer) 또는 각 구성 요소의 크기는 도면에 도시된 크기들로 한정되는 것은 아니다.
- [0021] 도 1은 본 발명에 따른 이미지 센서에 구비되는 픽셀 어레이(pixel array) 영역(101)의 평면도이다. 도 1을 참조하면, 픽셀 어레이 영역(101)은 액티브 픽셀 어레이(active pixel array) 영역(111)과 옵티컬 블랙 픽셀 어레이(optical black pixel array) 영역(121)으로 구분된다. 액티브 픽셀 어레이 영역(111)과 옵티컬 블랙 픽셀 어레이 영역(121)은 서로 인접한다.
- [0022] 액티브 픽셀 어레이 영역(111)과 옵티컬 블랙 픽셀 어레이 영역(121)에는 픽셀 어레이 즉, 복수개의 픽셀들(도 2 및 도 3의 212, 213) 즉, 복수개의 광 감지 소자들이 배치된다. 상기 광 감지 소자는 포토 트랜지스터(photo transistor), 포토 다이오드(photo diode), 포토 게이트(photo gate), 핀드 포토 다이오드(pinned photodiode) 등으로 구현될 수 있다. 상기 복수개의 광 감지 소자들은 매트릭스 형태로 배열되는 것이 바람직하다.
- [0023] 액티브 픽셀 어레이 영역(111)에 배치된 액티브 픽셀 어레이는 외부로부터 입사되는 빛을 감지하고, 상기 감지된 빛을 전기 신호로 변환하여 출력한다. 상기 전기 신호는 디지털 신호를 받아서 영상을 표시하는 디스플레이와 같은 외부 장치(도시 안됨)로 전달된다. 상기 액티브 픽셀 어레이는 매트릭스 형태로 배열된 복수개의 메인(main) 광 감지 소자들 즉, 메인 픽셀들(도 2 및 도 3의 212)을 구비한다.
- [0024] 옵티컬 블랙 픽셀 어레이 영역(121)에 배치된 옵티컬 블랙 픽셀 어레이는 옵티컬 블랙 픽셀 어레이 즉, 복수개의 더미(dummy) 픽셀들(도 2 및 도 3의 213)을 구비한다. 상기 옵티컬 블랙 픽셀 어레이는 외부로부터 입사되는 빛을 차단하여 액티브 픽셀 어레이의 전기적 특성, 즉 암(dark) 전류에 따른 다크 노이즈(dark noise) 특성을 검사하고 평가하는데 이용된다. 다시 말해, 상기 옵티컬 블랙 픽셀 어레이는 상기 암 전류에 의한 다크 노이즈 특성을 검사하여 평가하고, 이 결과를 바탕으로 액티브 픽셀 어레이의 메인 픽셀들(도 2 및 도 3의 212)의 암 전류에 해당하는 전류값을 보상하여 이미지 센서에서 다크 노이즈를 발생하지 않게 한다. 옵티컬 블랙 픽셀 어레이의 가로와 세로의 길이는 공정 파라미터(parameter)에 따라 임의적으로 정해질 수 있는 값이다.
- [0025] 도 2는 도 1에 도시된 픽셀 어레이 영역(101)의 1-1' 단면을 따라 절단된 이미지 센서의 일 예를 도시한 단면도이다. 도 2를 참조하면, 이미지 센서는 마이크로 렌즈층(250), 평탄화층(240), 칼라 필터층(230), 반사방지층(220), 픽셀층(210), 및 절연층(260)이 상부로부터 순차적으로 형성된 구조를 갖는다. 이러한 구성은 액티브 픽셀 어레이 영역(111)과 옵티컬 블랙 픽셀 어레이 영역(121)에 동일하게 적용된다.
- [0026] 마이크로 렌즈층(250)에는 복수개의 마이크로 렌즈들(253)이 형성된다. 복수개의 마이크로 렌즈들(253)은 외부로부터 입사되는 빛을 집광하여 칼라 필터층(230)으로 전달한다. 복수개의 마이크로 렌즈들(253)은 그 끝부분들이 서로 접촉하도록 형성될 수도 있고, 광학적 셰이딩(shading) 특성을 확보하기 위하여 그 끝부분들이 서로 소정 간격 이격되도록 형성될 수도 있다.
- [0027] 평탄화층(240)은 평탄한 막으로 형성된다. 평탄화층(240)은 마이크로 렌즈층(250)을 통해 입사되는 빛이 칼라 필터층(230)으로 모두 일정한 각도로 입사되도록 한다. 평탄화층(240)은 산화막과 질화막 중 어느 하나 또는 이들이 합성된 막으로 형성될 수 있다.
- [0028] 칼라 필터층(230)은 복수개의 마이크로 렌즈들(253)을 통하여 입사되는 빛으로부터 가시광선만을 통과시킨다. 칼라 필터층(230)에는 복수개의 칼라 필터들(223)이 형성된다. 복수개의 칼라 필터들(223)은 가시광선 중에서 적색만을 통과시키는 복수개의 레드 필터(red filter)들(R), 가시광선 중에서 녹색만을 통과시키는 복수개의 그린 필터(green filter)들(G), 및 가시광선 중에서 청색만을 통과시키는 복수개의 블루 필터(blue filter)들(B)을 구비한다. 필요에 따라, 칼라 필터들(223)은 복수개의 사이언 필터(cyan filter)들, 복수개의 옐로우 필터(yellow filter)들 및 복수개의 마젠타 필터(magenta filter)들을 구비할 수 있다.
- [0029] 복수개의 칼라 필터들(223)은 그 끝부분들이 서로 소정 간격 이격되도록 형성된다. 따라서, 복수개의 칼라 필터들(223) 사이의 간격으로 인해, 광학적 크로스토크(cross-talk)가 발생한다. 이러한 광학적 크로스토크를 방지하기 위해, 복수개의 칼라 필터들(223) 사이에 크로스토크 방지막들(225)이 형성된다. 구체적으로, 크로스토크 방지막들(225)은 칼라 필터들(223) 사이사이에 형성되며, 칼라 필터들(223)과 그 측벽들이 접촉되거나 중첩되도록 형성될 수 있다. 즉, 크로스토크 방지막들(225)은 픽셀들(213)의 경계를 따라 형성되는 구조를 가지며, 그리드 패턴(grid pattern)으로 배치된다. 크로스토크 방지막(225)은 칼라 필터(223)와 동일한 물질로 구성될 수 있다.

- [0030] 반사방지층(220)은 액티브 픽셀 어레이 영역(111)의 반사방지막(221)과 옵티컬 블랙 픽셀 어레이 영역(121)의 반사방지막(222)으로 구분된다.
- [0031] 액티브 픽셀 어레이 영역(111)의 반사방지막(221) 즉, 제1 반사방지막(221)은 칼라 필터들(223)을 통해서 입사되는 빛을 그대로 통과시켜서 픽셀층(210)으로 전달되도록 한다. 즉, 제1 반사방지막(221)은 HfO_2 로 구성된 하프늄 산화막으로 형성된다. HfO_2 로 형성된 하프늄 산화막은 광 투과도가 높다. 따라서, 외부로부터 입사되는 빛은 제1 반사방지막(221)을 모두 통과한다.
- [0032] 액티브 픽셀 어레이 영역(111)의 반사방지막(221)과 달리 옵티컬 블랙 픽셀 어레이 영역(121)의 반사방지막(222) 즉, 제2 반사방지막(222)은 외부로부터 칼라 필터들(223)을 통해서 입사되는 빛이 픽셀층(210)으로 전달되지 못하도록 차단하는 역할을 한다. 이와 같이, 제2 반사방지막(222)에 의해 칼라 필터들(223)을 통해서 입사되는 빛이 픽셀층(210)으로 전달되지 못하도록 차단됨으로써, 옵티컬 블랙 픽셀 어레이 영역(121)의 픽셀층(210)에 형성된 픽셀들(213)은 다크 레벨(dark level)을 갖는 옵티컬 블랙 신호를 생성할 수 있다. 제2 반사방지막(222)은 HfO_x (x 는 1 이하 또는 미만)로 구성된 하프늄 산화막으로 형성된다. HfO_x (x 는 1 이하 또는 미만)로 구성된 하프늄 산화막은 광 투과도가 낮다. 따라서, 외부로부터 입사되는 빛은 제2 반사방지막(222)을 통과하지 못하고 제2 반사방지막(222)으로부터 반사된다.
- [0033] 픽셀층(210)에는 복수개의 픽셀들(212, 213)이 형성된다. 픽셀층(210)은 단결정 물질(single crystalline material)과 실리콘 물질을 함유하는 단결정 실리콘으로 형성될 수 있다.
- [0034] 절연층(260)의 내부에는 메탈로 형성된 배선들(263)이 형성된다. 경우에 따라 옵티컬 블랙 픽셀 어레이 영역(121)의 절연층(260)에는 배선들(263)이 형성되지 않을 수도 있다. 절연층(260)은 실리콘 산화막(silicon oxide film)이나 실리콘 질화막(silicon nitride film), 또는 이들이 복합적으로 구성된 복합막(composite layer)으로 구성될 수 있다. 절연층(260)에는 배선들(263) 외에 복수개의 모스(MOS; Metal Oxide Semiconductor) 전계효과트랜지스터들, 예컨대 트랜스퍼 트랜지스터(transfer transistor)들, 리셋 트랜지스터(reset transistor)들, 소스 팔로워 트랜지스터(source follower transistor)들, 선택 트랜지스터(selection transistor)들, 바이어스 트랜지스터(bias transistor)들 등이 형성될 수 있다. 상기 모스 전계효과트랜지스터들은 배선(263)에 의해 서로 전기적으로 연결된다.
- [0035] 절연층(260)의 하부에 지지층(도시 안됨)이 더 형성될 수 있다. 상기 지지층은 절연층(260)을 지지하고 보호한다. 즉, 상기 지지층은 절연층(260)에 형성된 배선들(263)이 외부 환경의 영향을 받는 것을 방지한다. 상기 지지층은 실리콘 산화막이나 실리콘 질화막(silicon nitride film), 또는 이들이 복합적으로 구성된 복합막(composite layer)으로 구성될 수도 있고, 단결정 실리콘으로 형성될 수도 있다.
- [0036] 상술한 바와 같이, 제1 반사방지막(221)과 제2 반사방지막(222)은 모두 하프늄 산화막들(산소 비율은 다름)로 형성됨으로써, 동일한 구조를 갖는다. 이와 같이, 제1 반사방지막(221)과 제2 반사방지막(222)은 동일한 구조를 가짐에도 불구하고, 제1 반사방지막(221)은 광 투과도가 높고, 제2 반사방지막(222)은 광 투과도가 낮은 특성을 갖는다. 따라서, 이미지 센서의 광 특성이 향상되면서도 이미지 센서의 제조 가격이 감소된다.
- [0037] 또한, 이미지 센서의 백사이드(backside)에 형성된 P 피닝층(pinning layer)의 아웃 디퓨전(out diffusion)이나 전계 효과(field effect)가 동일한 특성을 나타내며, 그 결과 블랙 레벨 보상(black level compensation) 특성이 향상되어 SNR 및 DR의 열화를 방지할 수 있다.
- [0038] 도 3은 도 1에 도시된 픽셀 어레이 영역(101)의 1-1' 단면을 따라 절단된 이미지 센서의 다른 예를 도시한 단면도이다. 도 3을 참조하면, 이미지 센서는 마이크로 렌즈층(250), 평탄화층(240), 칼라 필터층(230), 반사방지층(220), 절연층(260), 및 픽셀층(210)이 상부로부터 순차적으로 형성된 구조를 갖는다. 픽셀층(210)의 하부에 지지층(도 2를 통해 설명된 지지층과 동일)이 더 구비될 수 있다. 이러한 구성은 액티브 픽셀 어레이 영역(111)과 옵티컬 블랙 픽셀 어레이 영역(121)에 동일하게 적용된다.
- [0039] 도 3에 도시된 바와 같이, 이미지 센서는 반사방지층(220)과 픽셀층(210) 사이에 절연층(260)을 구비할 수 있다. 절연층(260)이 아닌 다른 층들, 예컨대, 마이크로 렌즈층(250), 평탄화층(240), 칼라 필터층(230), 반사방지층(220), 픽셀층(210), 및 지지층은 도 2에 도시된 것들과 동일함으로, 이에 대한 중복 설명은 생략하기로 한다.
- [0040] 절연층(260)의 내부에는 메탈로 형성된 배선들(263)이 형성된다. 배선들(263)은 도 3에 도시된 바와 같이, 칼라 필터들(223) 사이 즉, 크로스토크 방지막(225)의 하부에 배치된다. 이와 같이, 배선들(263)이 크로스토크

배지막(225)의 하부에 배치됨으로써, 칼라 필터들(223)을 통과하는 빛이 픽셀들(213)에 도달하는 과정에서 배선들(263)에 의해 방해를 받지 않게 된다.

[0041] 배선들(263)은 경우에 따라 옵티컬 블랙 픽셀 어레이 영역(121)의 절연층(260)에는 배치되지 않을 수도 있다. 절연층(260)은 실리콘 산화막이나 실리콘 질화막, 또는 이들이 복합적으로 구성된 복합막으로 구성될 수 있다. 절연층(260)에는 상기 배선들(263) 외에 복수개의 모스 전계효과트랜지스터들, 예컨대 트랜스퍼 트랜지스터들, 리셋 트랜지스터들, 소스 팔로워 트랜지스터들, 선택 트랜지스터들, 바이어스 트랜지스터들 등이 형성될 수 있다. 상기 모스 전계효과트랜지스터들은 배선(263)에 의해 서로 전기적으로 연결된다.

[0042] 도 3에 도시된 이미지 센서의 구조에 따른 효과는 도 2에 도시된 이미지 센서의 구조에 따른 효과와 동일한 결과를 얻을 수 있다.

[0043] 도 4는 내지 도 8은 본 발명에 따른 이미지 센서의 제조 방법을 순차적으로 도시한 단면도들이다. 도 4 내지 도 8을 참조하여 본 발명에 따른 이미지 센서의 제조 방법을 설명하기로 한다.

[0044] 도 4를 참조하면, 복수개의 픽셀들(213)이 형성된 실리콘 기판(210)을 구비한다. 실리콘 기판(210)은 도 2 및 도 3에 도시된 픽셀층(210)에 대응된다. 여기서, 실리콘 기판(210)의 하부에 지지판(도시 안됨)이 형성될 수 있고, 이 때, 실리콘 기판(210)과 상기 지지판 사이에 배선들(도 2의 263)이 형성된 절연층(260)이 더 형성될 수 있다. 또한, 배선들(도 3의 263)이 형성된 절연층(260)은 실리콘 기판(210)의 상부에 형성될 수도 있다.

[0045] 실리콘 기판(210)은 액티브 픽셀 어레이 영역(111)과 옵티컬 블랙 픽셀 어레이 영역(121)으로 구분된다. 액티브 픽셀 어레이 영역(111)과 옵티컬 블랙 픽셀 어레이 영역(121)은 서로 인접하도록 형성된다. 액티브 픽셀 어레이 영역(111)에는 복수개의 메인 픽셀들(212)이 형성되고, 옵티컬 블랙 픽셀 어레이 영역(121)에는 복수개의 더미 픽셀들(213)이 형성된다.

[0046] 도 5를 참조하면, 실리콘 기판의 상부 즉, 액티브 픽셀 어레이 영역(111)의 상부와 옵티컬 블랙 픽셀 어레이 영역(121)의 상부에 실리콘 산화막(510)을 형성한다. 실리콘 기판(210) 위에 실리콘 산화막(510)을 증착하기 위해서는, 화학 기상 증착(chemical vapor deposition) 방법, 예컨대, 유도 결합형 플라즈마 화학 기상 증착 방법을 사용할 수 있다. 유도 결합형 플라즈마 화학 기상 증착 방법은 높은 밀도의 플라즈마를 생성하여 저온에서도 기체 분해 작용을 활발하게 하며, 원격 플라즈마를 사용하여 플라즈마가 발생하는 영역과 실리콘 기판(210) 사이가 떨어져 있어서, 플라즈마에 의한 막-성장 영역에 대한 이온 손상을 감소시킬 수 있다. 실리콘 산화막(510)의 증착을 위해 SiH_4 , N_2O 및 희석 He 가스가 반응 가스로 사용될 수 있다.

[0047] 도 6을 참조하면, 실리콘 산화막(510) 중에서 옵티컬 블랙 픽셀 어레이 영역(121)의 상부에 형성된 실리콘 산화막을 제거한다. 옵티컬 블랙 픽셀 어레이 영역(121)의 상부에 형성된 실리콘 산화막을 제거하기 위해서는 먼저, 실리콘 산화막(도 5의 510) 위에 포토레지스트막(photoresist film)(도시 안됨)을 형성하고, 패터닝된 마스크를 이용한 노광(exposure) 공정, 현상(development) 공정 및 에칭 공정을 진행하여 옵티컬 블랙 픽셀 어레이 영역(121)에 형성된 포토레지스트막을 제거한다. 이어서, 에칭 공정을 진행함으로써, 액티브 픽셀 어레이 영역(111)에 형성된 포토레지스트막이 마스크 역할을 하여 옵티컬 블랙 픽셀 어레이 영역(121)에 형성된 실리콘 산화막이 제거된다. 마지막으로, 액티브 픽셀 어레이 영역(111)의 상부에 형성된 실리콘 산화막(511) 위에 남아 있는 포토레지스트막을 에칭하여 제거함으로써, 도 6과 같은 형태의 실리콘기판이 형성된다.

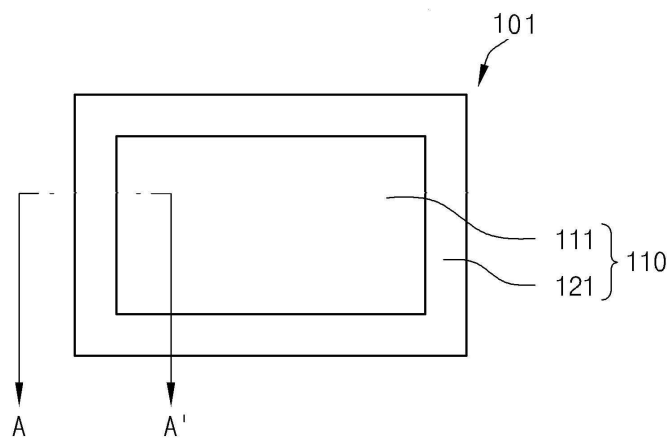
[0048] 도 7을 참조하면, 옵티컬 블랙 픽셀 어레이 영역(121)의 상부와 실리콘 산화막(511)의 상부에 하프늄막(520)을 형성한다. 즉, 옵티컬 블랙 픽셀 어레이 영역(121)의 상부와 액티브 픽셀 어레이 영역(111)의 상부에 하프늄막(520)을 형성한다. 실리콘 기판(210) 위에 하프늄막(520)을 형성하기 위하여, 실리콘 기판(210)을 스퍼터링 챔버(도시 안됨) 내부에 장착하고, 하프늄 물질을 스퍼터링(sputtering) 방식을 이용하여 실리콘 기판(210) 위에 증착시킨다.

[0049] 구체적으로, 실리콘 기판(210)이 상기 스퍼터링 챔버 내부에 장착된 상태에서 상기 스퍼터링 챔버를 진공 상태로 만들고, 이어서 상기 스퍼터링 챔버 내부에 아르곤(Ar) 등의 스퍼터 가스를 주입한다. 그러면, 상기 스퍼터 가스의 입자는 플라즈마 상태로 이온화되고, 이온화된 입자들이 하프늄으로 이루어진 타겟(target)에 충돌한다. 그에 따라 타겟으로부터 하프늄 원자들이 방출된다. 상기 방출된 하프늄 원자들은 실리콘 기판(210) 쪽으로 확산되어 실리콘 기판(210)에 증착되고, 그에 따라 실리콘 기판(210)의 상부에 하프늄막(520)이 형성된다. 이 때, 타겟의 배면에 위치한 마그네틱의 N극과 S극의 자계의 영향으로 인하여 이온화된 입자들의 이온화 확률을 높임으로써 스퍼터링 현상이 빠르게 이루어질 수 있다.

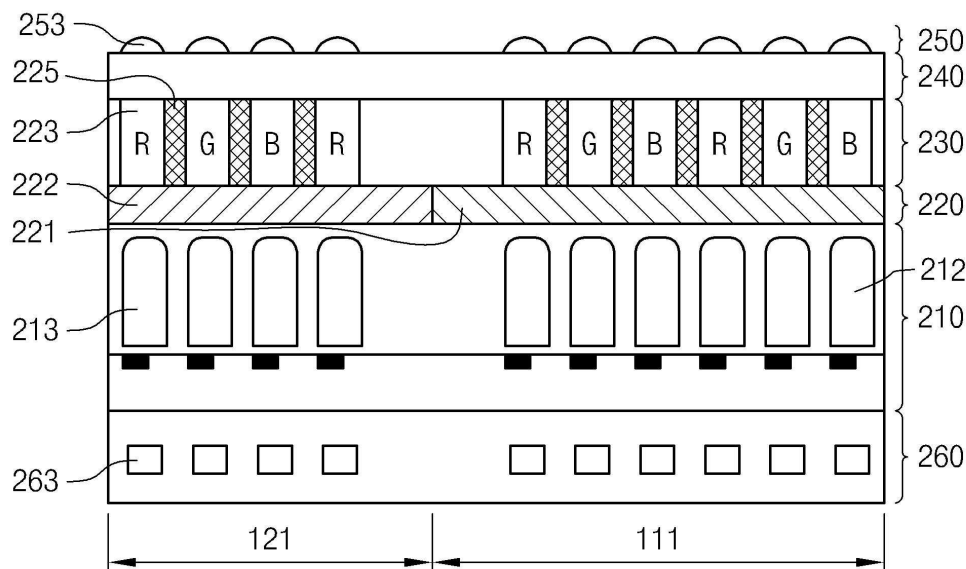
- [0050] 스퍼터링 방식으로써, 예컨대, 플라즈마 방출 모니터를 이용한 반응성 DC 스퍼터링 방식을 이용할 수 있다.
- [0051] 도 8을 참조하면, 액티브 픽셀 어레이 영역(111)의 상부에는 광 투과도가 높은 하프늄 산화막(HfO₂)(221)이 형성되고, 옵티컬 블랙 픽셀 어레이 영역(121)의 상부에는 광 투과도가 낮은 하프늄 산화막(HfO_x; x는 1 이하의 정수)(222)이 형성된다. 이와 같이 형성된 하프늄 산화막들(221,222)은 유전체(dielctric)로 구성된다.
- [0052] 도 9는 도 8을 구체적으로 설명하기 위한 흐름도이다. 도 9를 참조하면, 실리콘 기판(210) 위에 하프늄 산화막들(산소 비율이 서로 다름)(221,222)을 형성하기 위하여 제1 단계(911) 및 제2 단계(921)를 포함한다. 도 7 및 도 8을 참조하여 도 9에 도시된 흐름도를 설명하기로 한다.
- [0053] 제1 단계(911)로써, 실리콘 기판(210) 위에 형성된 하프늄막(520)을 산화시킨다.
- [0054] 하프늄 산화막(520)을 형성하기 위한 첫번째 방법으로써, 하프늄막(520)이 형성된 실리콘 기판(210)을 상온에서 소정 시간동안 방치한다. 그러면, 하프늄막(520)과 실리콘 산화막(510)이 다음과 같은 화학 반응을 일으켜서 하프늄 산화막(221)이 생성된다.
- [0055] $2\text{SiO}_2 + \text{Hf} \rightarrow \text{HfO}_2 + 2\text{SiO} \uparrow$, $\text{SiO}_2 + \text{HfO}_2 \rightarrow \text{HfSiO}_4$, $\text{HF} + \text{HfSiO}_4 \rightarrow 2\text{HfO}_2 + \text{Si}$
- [0056] 이 때, 액티브 픽셀 어레이 영역(111)의 상부에는 기 형성되어있는 실리콘 산화막(510)과 하프늄막(520)이 열역학 반응(thermodynamic reaction)을 하여 하프늄 산화막(HfO₂)(221)이 생성된다.
- [0057] 그러나, 옵티컬 블랙 픽셀 어레이 영역(121)의 상부에는 실리콘 산화막이 제거된 상태이며, 실리콘(Si) 또는 실리콘 산화막(SiO₂)의 극소량만 존재하기 때문에, 하프늄막(520)과 극소량의 실리콘이 열역학 반응을 하여 하프늄 산화막(HfO_x; x는 1 이하 또는 1 미만의 정수)(222)이 생성된다. 하프늄 산화막(HfO_x; x는 1 이하 또는 1 미만의 정수)(222)은 광 투과도가 낮기 때문에, 외부에서 입사되는 빛은 하프늄 산화막(HfO_x; x는 1 이하 또는 1 미만의 정수)(222)을 통과하지 못하고 반사한다.
- [0058] 도 10을 참조하면, 산소 플로우 레이트(oxygen flow rate)가 낮을수록 금속 하프늄(metallic Hf)에 근접하게 되고, 그에 따라 저항이 감소하고 광 투과도가 낮아진다.
- [0059] 이와 같이, 옵티컬 블랙 픽셀 어레이 영역(121)의 상부에 산소 비율이 낮은 하프늄 산화막(HfO_x; x는 1 이하 또는 1 미만의 정수)(222)이 형성됨으로써, 외부에서 입사되는 빛은 옵티컬 블랙 픽셀 어레이 영역(121)의 제2 반사방지막(222)을 통과하지 못하여 티컬 블랙 픽셀 어레이 영역(121)에 형성된 옵티컬 블랙 픽셀 어레이로 전달되지 못한다.
- [0060] 하프늄 산화막들(221,222)을 형성하기 위한 두번째 방법으로써, 하프늄막(520)이 형성된 실리콘 기판(210)을 소정 온도, 예컨대 섭씨 300~450도에서 30~150분동안 어닐링(annealing)한다. 그러면, 상기 설명한 열역학 반응에 의해서 하프늄 산화막들(221,222)이 생성된다.
- [0061] 제2 단계(921)로써, 실리콘 기판(210)의 상부에 남아있는 실리콘 물질을 제거한다. 상기 실리콘 물질을 제거하기 위하여 실리콘 기판(210)을 실리콘 에칭 용액에 넣어서 소정 시간 유지하는 방법과 특정한 약품을 이용하여 세정함으로써, 실리콘 기판(210) 위에 남아있는 실리콘 물질을 제거하는 방법 등을 이용할 수 있다.
- [0062] 상술한 바와 같이, 본 발명에 따르면, 실리콘 기판(210)에 있어서, 액티브 픽셀 어레이 영역(111)의 상부에 형성된 광 투과도가 높은 하프늄 산화막(HfO₂)(221)과 옵티컬 블랙 픽셀 어레이 영역(121)의 상부에 형성된 광 투과도가 낮은 하프늄 산화막(HfO_x; x는 1이하 또는 미만)(222)을 동일한 제조 공정을 통해서 형성할 수 있다.
- [0063] 그 결과, 실리콘 기판(210)의 상부에 하프늄 산화막들(221,222)로 구성된 반사방지층(220)을 형성하는 공정이 현저하게 단축된다.
- [0064] 따라서, 이미지 센서의 제조 원가가 절감되고, 불량률이 감소되며, 신뢰성이 향상된다.
- [0065] 본 발명은 도면들에 도시된 실시예들을 참고로 설명되었으나 이는 예시적인 것에 불과하며, 본 기술 분야의 통상의 지식을 가진 자라면 이들로부터 다양한 변형 및 균등한 다른 실시예가 가능하다는 점을 이해할 것이다. 따라서, 본 발명의 진정한 기술적 보호 범위는 첨부된 특허청구범위의 기술적 사상에 의하여 정해져야 할 것이다.

도면

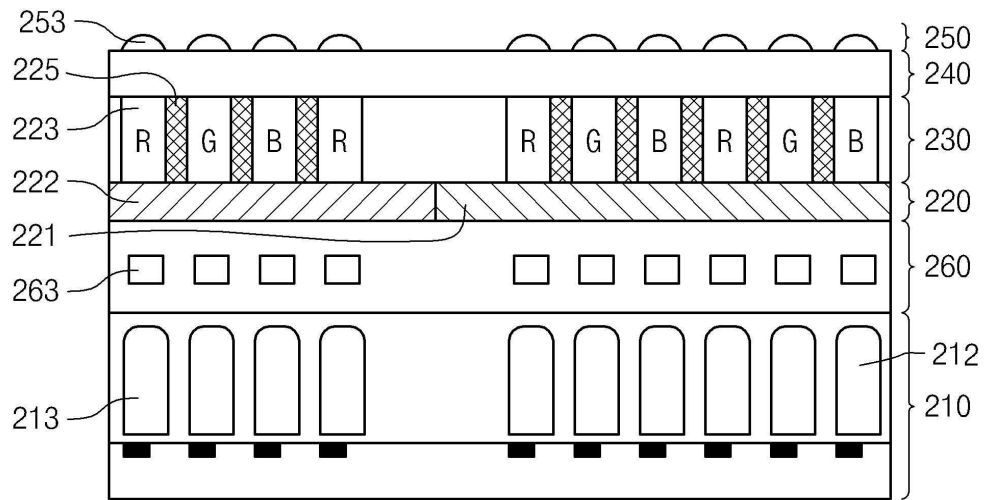
도면1



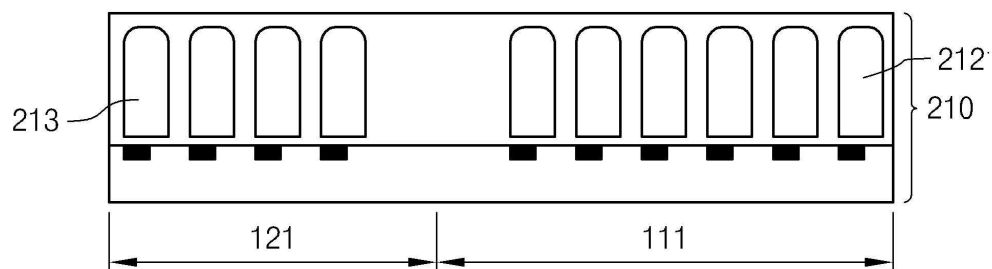
도면2



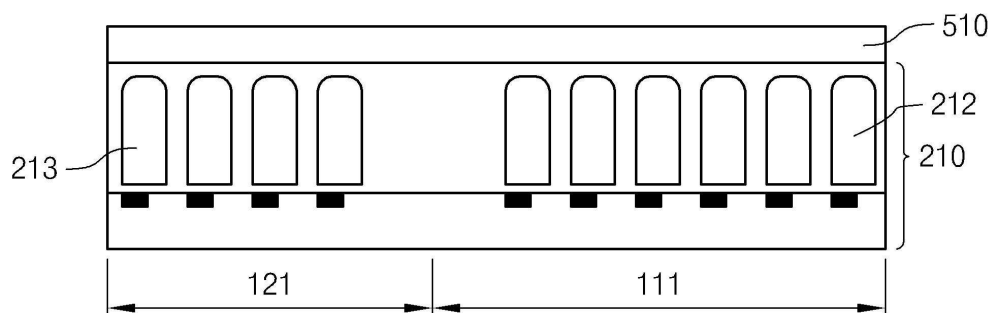
도면3



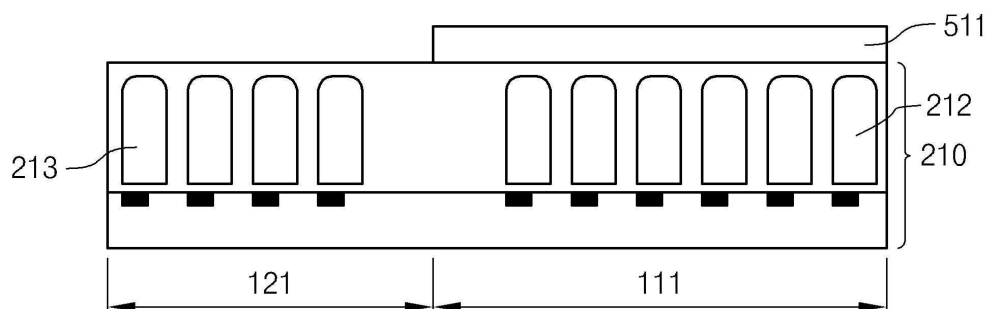
도면4



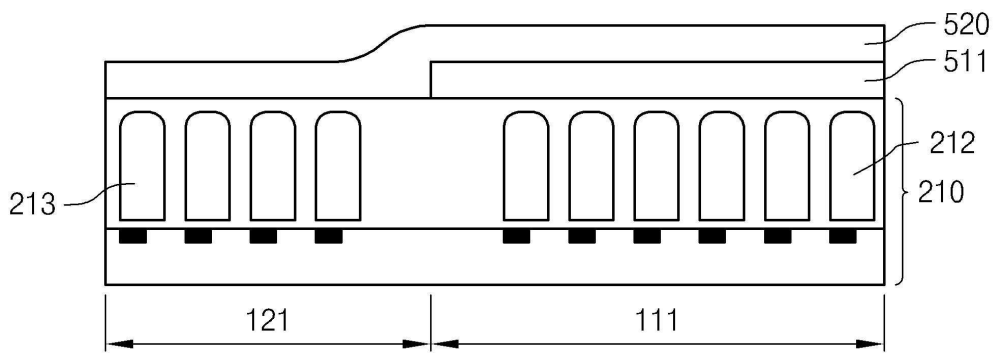
도면5



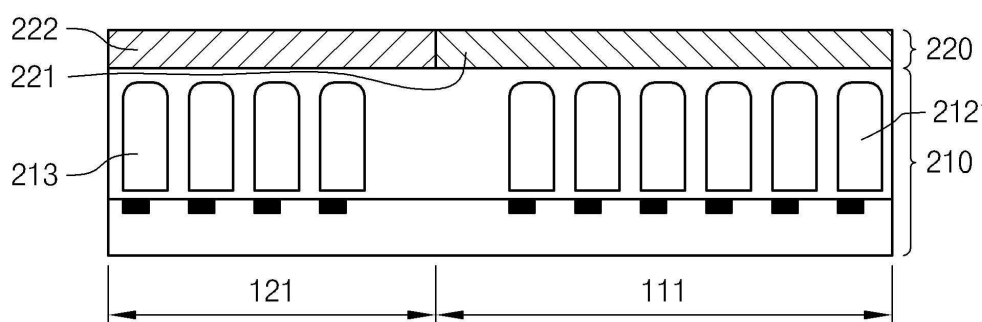
도면6



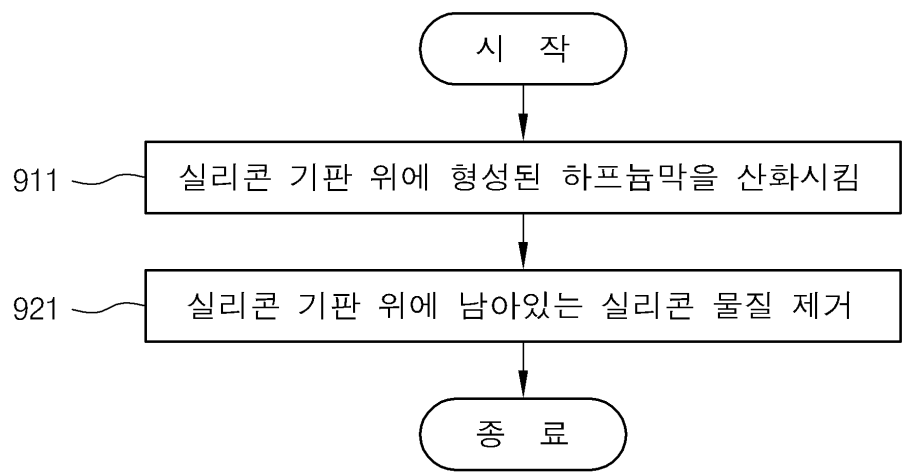
도면7



도면8



도면9



도면10

