

(19)대한민국특허청(KR)
(12) 공개특허공보(A)

(51) Int. Cl.

H01L 27/146 (2006.01)

H01L 31/10 (2006.01)

(11) 공개번호

10-2006-0072495

(43) 공개일자

2006년06월28일

(21) 출원번호

10-2004-0111154

(22) 출원일자

2004년12월23일

(71) 출원인

동부일렉트로닉스 주식회사
서울 강남구 대치동 891-10

(72) 발명자

김상원
충청북도 음성군 감곡면 오향리 797

(74) 대리인

강용복
김용인

심사청구 : 있음

(54) 씨모스 이미지 센서 및 그 제조방법

요약

본 발명은 청색 칼라필터를 층간 절연막 표면내에 형성함으로써 이미지 센서의 감도를 향상시키도록 한 씨모스 이미지 센서 및 그 제조방법에 관한 것으로서, 복수개의 포토 다이오드들이 형성된 기판상에 형성되는 층간 절연층과, 상기 층간 절연층의 표면내에 소정깊이로 형성되는 트렌치와, 상기 트렌치의 내부에 형성되는 청색 칼라필터층과, 상기 청색 칼라필터층이 형성된 층간 절연막상에 각각 형성되는 적색 및 녹색 칼라필터층과, 상기 각 칼라필터층을 포함한 기판의 전면내에 형성되는 평탄화층과, 상기 평탄화층상에 각 칼라필터층과 대응되게 형성되는 마이크로렌즈를 포함하여 구성됨을 특징으로 한다.

대표도

도 2

색인어

CMOS 이미지 센서, 마이크로 렌즈, 트렌치, 칼라필터

명세서

도면의 간단한 설명

도 1은 종래 기술의 씨모스 이미지 센서를 나타낸 단면도

도 2는 본 발명에 의한 씨모스 이미지 센서를 나타낸 단면도

도 3a 내지 도 3d는 본 발명에 의한 씨모스 이미지 센서의 제조방법을 나타낸 공정단면도

도면의 주요 부분에 대한 부호의 설명

31 : 포토 다이오드 32 : 층간 절연층

33 : 트렌치 34 : 청색 칼라필터층

35 : 적색 칼라필터층 36 : 녹색 칼라필터층

37 : 평탄화층 38 : 마이크로렌즈

발명의 상세한 설명

발명의 목적

발명이 속하는 기술 및 그 분야의 종래기술

본 발명은 이미지 센서에 관한 것으로, 특히 이미지 센서의 감도를 향상시키도록 한 씨모스 이미지 센서 및 그 제조방법에 관한 것이다.

일반적으로 이미지 센서는 광학 영상(optical image)을 전기적인 신호로 변환시키는 반도체 장치로써, CCD(Charge Coupled Device) 이미지 센서 소자와 CMOS(Complementary Metal Oxide Semiconductor) 이미지 센서 소자로 크게 나눌 수 있다.

CMOS 이미지 센서는 조사되는 빛을 감지하는 포토 다이오드부와 감지된 빛을 전기적인 신호로 처리하여 데이터화하는 CMOS 로직 회로부로 구성되는데, 상기 포토 다이오드의 수광량이 많을수록 상기 이미지 센서의 광 감도(Photo Sensitivity) 특성이 양호해진다.

광 감도를 높이기 위해서 이미지 센서의 전체 면적 중에서 포토 다이오드의 면적이 차지하는 비율(Fill Factor)을 크게 하거나, 포토다이오드 이외의 영역으로 입사되는 광의 경로를 변경하여 상기 포토 다이오드로 집속시켜 주는 기술이 사용된다.

상기 집속 기술의 대표적인 예가 마이크로 렌즈를 형성하는 것인데, 이는 포토 다이오드 상부에 광투과율이 좋은 물질로 통상적으로 볼록형 마이크로렌즈를 만들어 입사광의 경로를 굴절시켜 보다 많은 양의 빛을 포토 다이오드 영역으로 조사하는 방법이다.

이 경우 마이크로렌즈의 광축과 수평한 빛이 마이크로렌즈에 의해서 굴절되어 광축상의 일정 위치에서 그 초점이 형성되어진다.

이하에서 첨부된 도면을 참고하여 종래 기술의 씨모스 이미지 센서에 관하여 설명하면 다음과 같다.

도 1은 종래 기술의 씨모스 이미지 센서의 마이크로 렌즈 구성도이다.

종래 기술의 씨모스 이미지 센서는 도 1에서와 같이, 반도체 기판(도면에 도시하지 않음)에 적어도 하나 이상 형성되어 입사되는 광량에 따른 전하를 생성하는 포토 다이오드(11) 영역들과, 상기 포토 다이오드(11) 영역들을 포함하는 전면에 형성되는 층간 절연층(12)과, 상기 층간 절연층(12)상에 형성되는 제 1 평탄화층(13)과, 상기 제 1 평탄화층(13)상에 형성되어 각각 특성의 파장대의 빛을 통과시키는 R,G,B의 칼라 필터층(14)과, 상기 칼라 필터층(14)을 포함한 전면에 형성되는 제 2 평탄화층(15)과, 상기 제 2 평탄화층(15)상에 일정 곡률을 갖는 볼록 형태로 구성되어 대응하는 칼라 필터층(14)을 투과하여 포토 다이오드(11) 영역으로 빛을 집속하는 마이크로렌즈(16)로 구성된다.

그리고 도면에 도시하지 않았지만, 층간 절연층내에는 포토 다이오드(11) 영역의 이외의 부분으로 빛이 입사되는 것을 방지하기 위한 차광층(Optical Shielding Layer)이 구성된다.

그리고 광을 감지하기 위한 소자로 포토 다이오드 형태가 아니고, 포토 게이트 형태로 구성되는 것도 가능하다.

여기서, 상기 마이크로렌즈(16)는 집속된 빛의 초점 등의 여러 가지를 고려하여 곡률 및 형성 높이 등이 결정되는데, 폴리머 계열의 수지가 주로 사용되고, 증착, 노광 및 현상에 의한 패터닝 그리고 리플로우 등의 공정으로 형성된다.

즉, 단위 화소의 크기와 위치, 모양, 그리고 광감지 소자의 두께, 그리고 차광층의 높이, 위치, 크기 등에 의해 결정되는 최적의 크기와 두께 그리고 곡률 반경으로 형성되어야 한다.

이때 노광 조건에 따라 패턴 프로파일(profile)의 모양이 변화한다. 예를 들면 반도체 기판의 박막 조건에 따라 프로세스 진행 조건이 변화한다. 따라서 마이크로렌즈도 변화한다. 현실적으로 패턴 형성 조건이 매우 불안정한 경향이 있으며 결과적으로 광의 집속 효율이 떨어진다.

이와 같이 종래 기술의 씨모스 이미지 센서(CMOS Image Sensor)를 제조하기 위한 공정에서 광의 집속 효율을 높이기 위하여 형성되는 마이크로 렌즈(16)는 이미지 센서의 특성을 좌우하는 중요한 인자이다.

상기 마이크로렌즈(16)는 자연광이 조사될 때 과장에 따라 각각의 칼라 필터층(14)을 통하여 포토 다이오드(11) 영역에 보다 많은 양의 광이 집속되도록 하는 역할을 한다.

이미지 센서로 입사된 빛은 마이크로렌즈(16)에 의해 집속되어 칼라 필터층(14)을 통해 필터링된 광은 칼라 필터층(14)의 하단에 대응되어 구성되는 포토 다이오드(11)에 입사된다.

이때, 차광층은 입사된 광이 다른 경로로 벗어나지 않도록 하는 역할을 한다.

그러나 이와 같은 종래 기술의 CMOS 이미지 센서에 있어서 볼록 형태의 마이크로 렌즈의 경우에는 다음과 같은 문제가 있다.

이러한 반구 형태의 마이크로 렌즈의 경우 광축과 평행한 빛은 렌즈에서 굴절되어 렌즈의 대향 위치에 있는 광감지 소자에도달되어 정상적으로 소자를 동작시키지만, 광축에 평행하지 않은 빛은 렌즈에서 굴절되어 빛이 입사되지 말아야 하는 경로의 광감지 소자에 도달하게 되어 소자가 오동작되는 경우가 발생하게 된다.

또한, 마이크로렌즈 하부 막질의 종류 및 두께에 따라서 광감지 소자에 도달하는 빛의 양 차이를 발생하게 되어 집속 효율이 떨어지고 이로 인해 화질이 저하되는 문제가 발생한다.

일반적으로 청색 칼라필터를 맨 먼저 형성하는 것이 이미지 특성을 향상시키는 방법이라는 것이 널리 알려져 있다. 하지만, 청색 칼라필터를 1차로 형성하면 옥사이드 필름(oxide film)과 접착력에 문제가 자주 발생한다.

따라서 종래 기술에서와 같이 제 1 평탄화층을 형성하여 평탄화 공정을 진행하는 것이 이를 해결하는 방법이지만, 상기 평탄화 공정을 진행할 경우 평탄화 두께만큼의 경로의 증가로 이미지 센서의 감도가 감소하는 문제가 발생한다.

발명이 이루고자 하는 기술적 과제

본 발명은 상기와 같은 종래의 문제를 해결하기 위한 것으로, 청색 칼라필터를 층간 절연막 표면내에 형성함으로써 이미지 센서의 감도를 향상시키도록 한 씨모스 이미지 센서 및 그 제조방법을 제공하는데 그 목적이 있다.

발명의 구성 및 작용

상기와 같은 목적을 달성하기 위한 본 발명에 따른 씨모스 이미지 센서는 복수개의 포토 다이오드들이 형성된 기판상에 형성되는 층간 절연층과, 상기 층간절연층의 표면내에 소정깊이로 형성되는 트랜치와, 상기 트랜치의 내부에 형성되는 청색 칼라필터층과, 상기 청색 칼라필터층이 형성된 층간 절연막상에 각각 형성되는 적색 및 녹색 칼라필터층과, 상기 각 칼라필터층을 포함한 기판의 전면에 형성되는 평탄화층과, 상기 평탄화층상에 각 칼라필터층과 대응되게 형성되는 마이크로렌즈를 포함하여 구성됨을 특징으로 한다.

또한, 본 발명에 의한 씨모스 이미지 센서의 제조방법은 복수개의 포토 다이오드들이 형성된 기판상에 층간 절연층을 형성하는 단계와, 상기 층간절연층의 표면내에 소정깊이를 갖는 트렌치를 형성하는 단계와, 상기 트렌치의 내부에 청색 칼라필터층을 형성하는 단계와, 상기 청색 칼라필터층이 형성된 층간 절연막상에 적색 및 녹색 칼라필터층을 각각 형성하는 단계와, 상기 각 칼라필터층을 포함한 기판의 전면에 평탄화층을 형성하는 단계와, 상기 평탄화층상에 각 칼라필터층과 대응되게 마이크로렌즈를 형성하는 단계를 포함하여 형성함을 특징으로 한다.

이하, 첨부된 도면을 참고하여 본 발명에 따른 씨모스 이미지 센서 및 그 제조방법을 보다 상세히 설명하면 다음과 같다.

도 2는 본 발명에 의한 씨모스 이미지 센서를 나타낸 단면도이다.

도 2에 도시한 바와 같이, 복수개의 포토 다이오드(31)들이 형성된 기판상에 형성되는 층간 절연층(32)과, 상기 층간절연층(32)의 표면내에 소정깊이로 형성되는 트렌치(33)와, 상기 트렌치(33)의 내부에 형성되는 청색 칼라필터층(34)과, 상기 청색 칼라필터층(34)이 형성된 층간 절연막(32)상에 각각 형성되는 적색 및 녹색 칼라필터층(35,36)과, 상기 각 칼라필터층(34,35,36)을 포함한 기판의 전면에 형성되는 평탄화층(37)과, 상기 평탄화층(37)상에 각 칼라필터층(34,35,36)과 대응되게 형성되는 마이크로렌즈(38)를 포함하여 구성된다.

여기서, 상기 층간 절연막(32)은 USG이고, 상기 청색 칼라필터층(34)의 상부면은 상기 층간 절연막(32)의 표면보다 높게 형성되어 있다.

도 3a 내지 도 3d는 본 발명에 의한 씨모스 이미지 센서의 제조방법을 나타낸 공정단면도이다.

도 3a에 도시한 바와 같이, 복수개의 광감지 소자들 예를 들면, 포토 다이오드(31)들이 형성된 반도체 기판상에 층간 절연층(32)을 형성한다.

여기서, 상기 층간 절연층(32)은 다층으로 형성될 수도 있고, 도시되지 않았지만, 하나의 층간 절연층 형성후에 포토 다이오드(31) 영역 이외의 부분으로 빛이 입사되는 것을 막기 위한 차광층을 형성 한 후에 다시 층간 절연층이 형성된다.

한편, 상기 층간 절연층(32)은 USG(Undoped Silicate Glass)과 같은 옥사이드를 사용한다.

이어, 상기 층간 절연층(32)의 소정부분을 선택적으로 제거하여 표면으로부터 소정깊이를 갖는 트렌치(33)를 형성한다.

도 3b에 도시한 바와 같이, 상기 트렌치(33)를 포함한 전면에 청색 필터용 레지스트를 도포한 후, 노광 및 현상하여 상기 트렌치(33)의 내부에 청색 칼라필터층(34)을 형성한다.

여기서, 상기 청색 칼라필터층(34)을 형성할 때는 사용된 레티클(reticle)은 상기 트렌치(33)를 형성할 때 사용된 레티클을 그대로 사용한다.

한편, 일반적으로 청색 칼라 필터용 레지스트가 필링(peeling)이 자주 일어나는 원인은 네거티브 레지스트이고 빛을 흡수하여 청색 필터 아래 부분까지 노광 빛이 충분히 도달하지 않아 현상(develop)액에 필터 아래 부분이 어택(attack)을 받아 패턴(pattern)이 들뜨는 현상이 발생한다.

그러나, 본 발명에서와 같이 상기 층간 절연막(32)을 선택적으로 식각하여 트렌치(33)를 형성한 후 그 내부에 청색 칼라필터층(34)을 형성하면, 상기과 같은 문제를 해결할 수가 있고 색 감도도 향상시킬 수 있다.

도 3c에 도시한 바와 같이, 계속해서 적색, 녹색용 레지스트를 도포한 후, 노광 및 현상하여 적색 칼라필터층(35)과 녹색 칼라필터층(36)을 각각 형성한다.

즉, 적색 또는 녹색의 레지스트를 도포한 후, 노광 및 현상 공정을 진행하여 각각의 파장대별로 빛을 필터링하는 칼라 필터층들을 형성한다.

도 3d에 도시한 바와 같이, 상기 각 칼라필터층(34,35,36)을 포함한 전면에 초점 거리 조절 및 렌즈층을 형성하기 위한 평탄도 확보 등을 위하여 평탄화된 평탄화층(37)을 형성한다.

이어, 상기 평탄화층(37)상에 마이크로렌즈 형성용 물질층을 도포한 후, 노광 및 현상 공정으로 상기 물질층을 패터닝하여 마이크로렌즈 패턴을 형성한다.

여기서, 상기 마이크로렌즈 형성용 물질층으로, 레지스트 또는 TEOS와 같은 산화막을 사용할 수도 있다.

이어, 상기 마이크로렌즈 패턴을 리플로우시키어 마이크로렌즈(38)를 형성한다.

여기서, 상기 리플로우 공정은 핫 플레이트(hot plate)를 이용하거나 퍼니스(furnace)를 이용할 수 있다. 이때 수축 가열하는 방법에 따라 마이크로렌즈(38)의 곡률이 달라지는데 이 곡률에 따라서 집속 효율도 달라지게 된다.

이어, 상기 마이크로렌즈(38)에 자외선을 조사하여 경화한다. 여기서, 상기 마이크로렌즈(38)에 자외선을 조사하여 경화함으로써 상기 마이크로렌즈(38)는 최적의 곡률 반경을 유지할 수 있다.

이상 설명한 내용을 통해 당업자라면 본 발명의 기술 사상을 일탈하지 아니하는 범위에서 다양한 변경 및 수정이 가능함을 알 수 있을 것이다.

따라서, 본 발명의 기술적 범위는 실시예에 기재된 내용으로 한정되는 것이 아니라 특허 청구의 범위에 의하여 정해져야 한다.

발명의 효과

이와 같은 본 발명에 따른 씨모스 이미지 센서 및 그 제조방법은 다음과 같은 효과가 있다.

첫째, 이미지 센서 공정 패턴 필링(pattern peeling)을 억제하는 칼라필터를 형성함으로써 별도의 하부 평탄화 공정을 생략할 수 있다.

둘째, 하부 평탄화 공정없이 청색 칼라필터를 우선적으로 형성함으로써 이미지 센서의 감도를 향상시킬 수 있다.

셋째, 층간 절연막에 소정깊이의 트랜치를 형성한 후 그 내부에 청색 칼라필터를 형성하기 때문에 고해상력과 고집적도를 갖는 이미지 센서를 구성할 수 있다.

(57) 청구의 범위

청구항 1.

복수개의 포토 다이오드들이 형성된 기판상에 형성되는 층간 절연층과,

상기 층간절연층의 표면내에 소정깊이로 형성되는 트랜치와,

상기 트랜치의 내부에 형성되는 청색 칼라필터층과,

상기 청색 칼라필터층이 형성된 층간 절연막상에 각각 형성되는 적색 및 녹색 칼라필터층과,

상기 각 칼라필터층을 포함한 기판의 전면에 형성되는 평탄화층과,

상기 평탄화층상에 각 칼라필터층과 대응되게 형성되는 마이크로렌즈를 포함하여 구성됨을 특징으로 하는 씨모스 이미지 센서.

청구항 2.

제 1 항에 있어서, 상기 층간 절연막은 USG인 것을 특징으로 하는 씨모스 이미지 센서.

청구항 3.

제 1 항에 있어서, 상기 청색 칼라필터층의 상부면은 상기 층간 절연막의 표면보다 높게 형성되는 것을 특징으로 하는 씨모스 이미지 센서.

청구항 4.

복수개의 포토 다이오드들이 형성된 기판상에 층간 절연층을 형성하는 단계;

상기 층간절연층의 표면내에 소정깊이를 갖는 트렌치를 형성하는 단계;

상기 트렌치의 내부에 청색 칼라필터층을 형성하는 단계;

상기 청색 칼라필터층이 형성된 층간 절연막상에 적색 및 녹색 칼라필터층을 각각 형성하는 단계;

상기 각 칼라필터층을 포함한 기판의 전면에 평탄화층을 형성하는 단계;

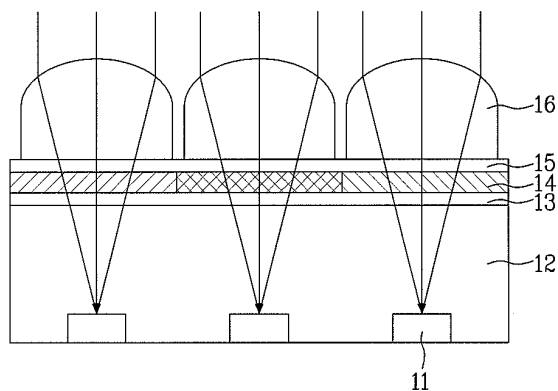
상기 평탄화층상에 각 칼라필터층과 대응되게 마이크로렌즈를 형성하는 단계를 포함하여 형성함을 특징으로 하는 씨모스 이미지 센서의 제조방법.

청구항 5.

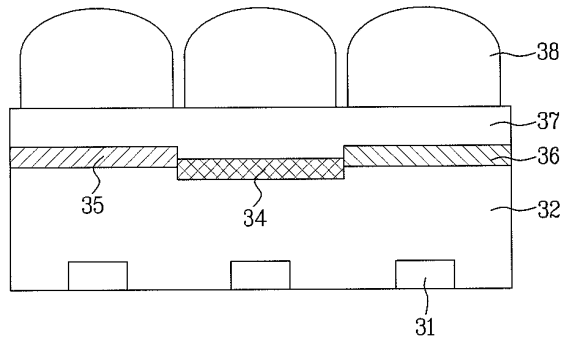
제 4 항에 있어서, 상기 마이크로렌즈에 자외선을 조사하여 경화하는 단계를 더 포함하여 형성하는 것을 특징으로 하는 씨모스 이미지 센서의 제조방법.

도면

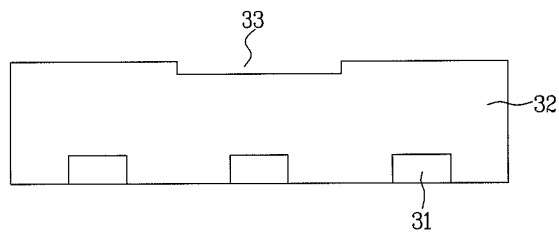
도면1



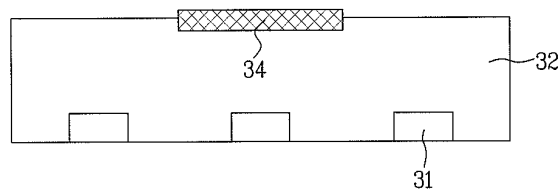
도면2



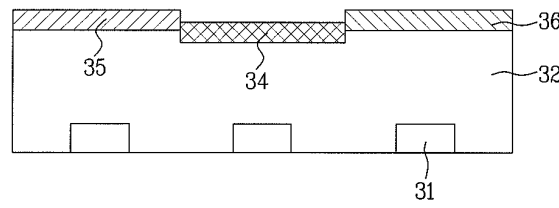
도면3a



도면3b



도면3c



도면3d

