

(19)대한민국특허청(KR)  
(12) 등록특허공보(B1)

(51) Int. Cl.<sup>7</sup>  
H01L 27/146

(45) 공고일자 2005년04월29일  
(11) 등록번호 10-0485892  
(24) 등록일자 2005년04월19일

(21) 출원번호 10-2002-0070768  
(22) 출원일자 2002년11월14일

(65) 공개번호 10-2004-0042465  
(43) 공개일자 2004년05월20일

(73) 특허권자 매그나칩 반도체 유한회사  
충북 청주시 흥덕구 향정동 1

(72) 발명자 홍희정  
서울특별시노원구상계동647주공아파트1208-102

(74) 대리인 특허법인 신성

심사관 : 나광표

(54) 시모스 이미지센서 및 그 제조방법

요약

본 발명은 시모스 이미지센서에 관한 것으로, 특히 미세기술을 이용한 저전력, 고집적 시모스 이미지센서의 단위화소에서 인접 픽셀 간의 전기적, 광적 간섭을 억제하고 광감도를 향상시킨 발명이다. 이를 위한 본 발명은 픽셀 간의 간섭을 막기 위한 p형 이온주입영역이 추가로 형성된 녹색 픽셀과 청색 픽셀로 적색 픽셀을 이차원적으로 둘러싸으로써 픽셀 간의 전기적, 광적 간섭을 억제하고 광감도를 향상시켰다. 또한 본 발명에서는 상기한 구조 이외에 청색 픽셀에 특화된 포토다이오드를 구비함으로써 광감도를 더욱 향상시켰다.

대표도

도 4

색인어

시모스 이미지센서, 단위픽셀, 침투깊이, 공핍 영역, 광감도

명세서

도면의 간단한 설명

도1은 종래의 시모스 이미지센서에서 포토다이오드의 단면구조와 그에 따른 도핑 프로파일을 도시한 도면,

도2는 본 발명의 일실시예에 따른 시모스 이미지센서에서 적색 픽셀의 포토다이오드 단면구조와 그에 따른 도핑 프로파일을 도시한 도면,

도3은 본 발명의 일실시예에 따른 시모스 이미지센서에서 청색 픽셀 또는 녹색 픽셀의 포토다이오드 단면구조와 그에 따른 도핑 프로파일을 도시한 도면,

도4는 본 발명의 일실시예에 따른 시모스 이미지센서에서 적색, 청색 및 녹색 픽셀의 포토다이오드 단면구조를 도시한 단면도,

도5는 일반적인 베이어 패턴을 갖는 픽셀어레이를 도시한 평면도.

\*도면의 주요부분에 대한 부호의 설명\*

30 : p형 반도체 기판

31 : 필드산화막

32 : 고농도 제 1 p형 이온주입영역

33 : 고농도 제 1 n형 이온주입영역

34 : 저농도 제 2 n형 이온주입영역

35 : 저농도 제 3 n형 이온주입영역

36 : 고농도 제 2 p형 이온주입영역

100 : 고농도의 제 3 p형 이온주입영역

## 발명의 상세한 설명

### 발명의 목적

#### 발명이 속하는 기술 및 그 분야의 종래기술

본 발명은 시모스 이미지센서에 관한 것으로 특히, 저전력/고밀도의 시모스 이미지센서에서 인접한 픽셀의 포토다이오드의 형성을 달리하여 인접 픽셀 간의 간섭현상이나 크로스 토크(cross talk) 현상 등을 감소시킨 시모스 이미지센서 및 그의 제조방법에 관한 것이다.

일반적으로, 이미지센서라 함은 광학 영상(optical image)을 전기 신호로 변환시키는 반도체소자로서, 이 중에서 전하결합소자(CCD : charge coupled device)는 개개의 MOS(Metal-Oxide-Silicon) 커패시터가 서로 매우 근접한 위치에 있으면서 전하 캐리어가 커패시터에 저장되고 이송되는 소자이며, 시모스(Complementary MOS) 이미지센서는 제어회로(control circuit) 및 신호처리회로(signal processing circuit)를 주변회로로 사용하는 CMOS 기술을 이용하여 화소수 만큼의 MOS트랜지스터를 만들고 이것을 이용하여 차례차례 출력(output)을 검출하는 스위칭 방식을 채용하는 소자이다.

CCD(charge coupled device)는 구동 방식이 복잡하고 전력소모가 많으며, 마스크 공정 스텝 수가 많아서 공정이 복잡하고 시그널 프로세싱 회로를 CCD 칩내에 구현할 수 없어 원칩(One Chip)화가 곤란하다는 등의 여러 단점이 있는 바, 최근 그에 그러한 단점을 극복하기 위하여 서브-마이크론(sub-micron) CMOS 제조기술을 이용한 CMOS 이미지센서의 개발이 많이 연구되고 있다. CMOS 이미지센서는 단위 화소(Pixel) 내에 포토다이오드와 MOS트랜지스터를 형성시켜 스위칭 방식으로 차례로 신호를 검출함으로써 이미지를 구현하게 되는데, CMOS 제조기술을 이용하므로 전력 소모도 적고 마스크 수도 20개 정도로 30~40개의 마스크가 필요한 CCD 공정에 비해 공정이 매우 단순하며 여러 신호 처리 회로와 원칩화가 가능하여 차세대 이미지센서로 각광을 받고 있다.

도1은 종래기술에 따른 시모스 이미지센서에서, 단위픽셀마다 형성되어 있는 포토다이오드의 단면구조와 그에 따른 이온주입영역의 도핑 프로파일(profile)을 도시한 도면으로 이를 참조하여 종래기술을 설명한다.

통상적으로 칼라 이미지센서는 적색 픽셀, 녹색 픽셀 및 청색 픽셀이 복수개 어레이(array)되어 형성되어 있는 바, 종래기술에 따른 각 픽셀의 포토다이오드는 적색 픽셀, 녹색 픽셀 및 청색 픽셀에 대해 모두 동일한 구조를 채택하고 있다.

즉, 도1에 도시된 포토다이오드는 적색 픽셀, 녹색 픽셀 및 청색 픽셀에 대해 동일하게 형성되며, 이와 같은 포토다이오드 상부에 3가지 컬러필터(미도시) 중 어느 하나가 형성되어 있어, 각각의 픽셀은 적색, 녹색, 청색 중 어느 한가지의 빛을 감지하게 된다.

도1에 도시된 바와 같이 적색, 녹색, 청색의 3가지 색 중에서 청색광의 침투깊이가 가장 짧으며 적색광의 침투깊이가 가장 길다. 이와 같이 침투깊이가 가장 긴 적색광은 인접 픽셀로 침투할 수 있으며, 이에 따라 노이즈를 유발할 수도 있는데 이에 대해서는 후술한다.

도1을 참조하여 종래기술에 따른 포토다이오드의 구조에 대해 설명하면, 먼저 p형 반도체 기판(10) 상에 활성영역과 필드영역을 정의하는 필드 산화막(11)이 형성되어 있다. 다음으로, 포토다이오드를 구성하는 p형 이온주입영역(12)이 반도체 기판 표면으로부터 일정깊이로 형성되어 있다.

다음으로, p형 이온주입영역(12)의 하부에는 상기 p형 이온주입영역(12)과 접하며 일정깊이를 갖는 고농도의 제 1 n형 이온주입영역(13)이 형성되어 있으며, 제 1 n형 이온주입영역(13)의 하부에는 제 1 n형 이온주입영역(13)과 접하며 저농도의 제 2 n형 이온주입영역(14)이 일정깊이로 형성되어 있다.

통상적으로 도1에 도시된 필드산화막(11)은 통상적으로 0.4 ~ 0.8 $\mu$ m의 두께를 갖게 형성되어 있으며, 제 2 n형 이온주입 영역의 깊이도 대략적으로 0.4 ~ 0.8 $\mu$ m 정도의 깊이를 갖는다.

이와 같이, 반도체 기판 표면근처에 형성된 p형 이온주입영역(12)과, 그 하부에 위치한 제 1 n형 이온주입영역(13)과, 제 2 n형 이온주입영역(14) 그리고 p형 반도체 기판(10)이 pn 접합을 이루면서 p/n/p 포토다이오드를 구성하게 된다.

도1에 도시된 포토다이오드의 단면도 우측에는 포토다이오드의 단면구조에 따른 이온주입영역의 도핑 프로파일을 로그(log) 스케일로 나타낸 도면이 도시되어 있는데, p형 이온주입영역(P0, 12)과 제 1 n형 이온주입영역(N+, 13), 제 2 n형 이온주입영역(N, 14), 그리고 p형 반도체 기판(P-sub, 10)의 도핑농도가 도시되어 있다.

또한, 도1에는 이 같은 도핑프로파일을 갖는 pn 접합에, 소정의 전압을 인가하였을 경우에 형성되는 공핍 영역(depletion region)의 크기가 도시되어 있는데, 공핍 영역은 기판 심층부에까지 깊숙히 형성되어 수  $\mu$ m 정도의 깊이를 갖고 있음을 알 수 있다.

잘 알려진 바와 같이, 포토다이오드(photo diode)는 pn 접합에 소정의 전압을 인가하여 공핍 영역(depletion region)을 만들고, 이 공핍 영역에 빛에 의한 광전하를 저장하였다가 이미지 재현에 이용하는 소자이다.

이와 같이, 종래기술과 같은 구조를 갖는 포토다이오드는 각 색의 광에 대한 침투깊이가 다름에도 불구하고 적색 픽셀, 청색 픽셀 및 녹색 픽셀이 모두 동일한 깊이 및 구조로 형성되므로 청색 픽셀 및 녹색 픽셀의 기판 심층부에서도 공핍 영역이 형성되어, 인접한 적색 픽셀에서 침투한 적색광이 광 간섭을 일으키는 문제가 있었다.

또한, 최근에는 IMT-2000과 관련하여 고집적, 저전력 이동통신수단에 탑재할 수 있는 컬러 이미지센서에 대한 요구가 증가하고 있는 추세이다. 그러나 고집적, 저전력 컬러 이미지센서에서는 단위픽셀의 크기가 종래의 절반 가까이로 감소한다(0.18 $\mu$ m 기술 적용시엔, 단위픽셀의 크기는 4.0 $\mu$ m  $\times$  4.0 $\mu$ m 이하임).

이와 같이 단위픽셀의 크기가 감소함에 따라 투과심도(penetration depth)가 깊은 적색광(red light)에 의한 청색 픽셀과 녹색 픽셀에 대한 신호왜곡과 인접 픽셀 간의 전기적인 간섭을 해결하는 것이 가장 큰 관문으로 작용하고 있다.

종래에 사용되던 0.5 $\mu$ m 또는 0.35 $\mu$ m 기술에 비해 0.18 $\mu$ m 기술을 사용할 경우에는, 소자간의 격리(isolation)가 더욱 어려워 지게 되며, 또한 허용되는 잡음 레벨도 종래에 비해 절반이하로 낮아지게 되므로 이에 따른 어려움이 있다.

그 밖에도 0.18 $\mu$ m 기술을 사용할 경우에는, 0.35 $\mu$ m 기술과 대비하여 포토다이오드의 면적은 70%이하로 감소하고 구동전압 역시 75% 이하로 감소하게 되므로 광전하 발생효율은 0.35 $\mu$ m 기술과 대비하여 50% 수준이하가 될 것으로 예상된다.

이와 같이 감소된 광전하 발생효율을 보상해 주기 위해서는, 이온주입에너지와 이온주입농도를 증가시켜 전자-정공 쌍의 생성률을 높이는 것이 필수적이다. 하지만, 이온주입농도의 증가는 인접한 포토다이오드의 pn 접합간의 절연거리를 감소시키기 때문에 절연특성이 더욱 취약해져 인접 픽셀 간의 전기적인 노이즈가 발생하게 되므로 이를 방지하기 위한 절연특성 보강이 더욱 중요해 진다.

### 발명이 이루고자 하는 기술적 과제

본 발명은 상기한 종래의 문제점을 해결하기 위한 것으로, 고집적/저전력 시모스 이미지센서에서 인접 픽셀 간의 신호왜곡과 전기적 잡음 및 광 잡음을 감소시킨 이미지센서와 그 제조방법을 제공함을 목적으로 한다.

### 발명의 구성 및 작용

상기한 목적을 달성하기 위한 본 발명은, 상대적으로 장파장의 광을 감지하는 제 1 포토다이오드와, 상기 제 1 포토다이오드와 인접 형성되어 단파장의 광을 감지하는 제 2 포토다이오드가 함께 집적화된 시모스 이미지센서에 있어서, 상기 제 1 및 제 2 포토다이오드는, 각각, 제 1 도전형의 반도체 기판; 상기 반도체 기판 표면으로부터 상기 기판 내부에 확장되어 일정깊이에 형성된 제 1 도전형의 제 1 이온주입영역; 상기 제 1 이온주입영역과 접하며 그 하부의 상기 기판 내부에 형성된 제 2 도전형의 제 2 이온주입영역; 상기 제 2 이온주입영역과 접하며 그 하부의 상기 기판 내부에 형성되며 상기 제 2 이온주입영역보다 저농도인 제 2 도전형의 제 3 이온주입영역; 및 상기 제 3 이온주입영역과 접하며 그 하부에 형성되며, 상기 제 2 이온주입영역보다 저농도인 제 2 도전형의 제 4 이온주입영역을 포함하고, 상기 제 2 포토다이오드는, 상기 제 3 이온주입영역 및 제 4 이온주입영역의 측면을 감싸도록 형성된 제 1 도전형의 제 5 이온주입영역을 더 포함하며, 상기 제 5 이온주입영역은 상기 제 4 이온주입영역보다 깊게 형성되며, 상기 제 3 이온주입영역 및 상기 제 4 이온주입영역보다 고농도를 갖는 것을 특징으로 한다.

또한, 상기한 목적을 달성하기 위한 본 발명은, 상대적으로 장파장의 광을 감지하는 제 1 포토다이오드와, 상기 제 1 포토다이오드와 인접 형성되어 단파장의 광을 감지하는 제 2 포토다이오드와, 상기 제 1 포토다이오드와 인접 형성되며 상기 제 2 포토다이오드가 감지하는 광 보다 단파장인 광을 감지하는 제 3 포토다이오드가 함께 집적화된 시모스 이미지센서에 있어서, 상기 제 1 포토다이오드는, 제 1 도전형의 반도체 기판; 상기 반도체 기판 표면으로부터 상기 기판 내부에 확장되어 일정깊이에 형성된 제 1 도전형의 제 1 이온주입영역; 상기 제 1 이온주입영역과 접하며 그 하부의 상기 기판 내부에 형성된 제 2 도전형의 제 2 이온주입영역; 상기 제 2 이온주입영역과 접하며 그 하부의 상기 기판 내부에 형성되며 상기 제 2 이온주입영역보다 저농도인 제 2 도전형의 제 3 이온주입영역; 및 상기 제 3 이온주입영역과 접하며 그 하부에 형성되며, 상기 제 2 이온주입영역보다 저농도인 제 2 도전형의 제 4 이온주입영역을 포함하고, 상기 제 2 포토다이오드는, 제 1 도전형의 반도체 기판; 상기 반도체 기판 표면으로부터 상기 기판 내부에 확장되어 일정깊이에 형성된 제 1 도전형의 제 5 이온주입영역; 상기 제 5 이온주입영역과 접하며 그 하부의 상기 기판 내부에 형성된 제 2 도전형의 제 6 이온주입영역; 상기

제 6 이온주입영역과 접하며 그 하부의 상기 기관 내부에 형성되며 상기 제 6 이온주입영역보다 저농도인 제 2 도전형의 제 7 이온주입영역; 상기 제 7 이온주입영역과 접하며 그 하부의 상기 기관 내부에 형성되며 상기 제 6 이온주입영역보다 저농도인 제 2 도전형의 제 8 이온주입영역; 및 상기 제 7 이온주입영역 및 제 8 이온주입영역의 측면을 감싸도록 상기 제 8 이온주입영역보다 깊게 형성되고, 상기 제 7 이온주입영역 및 상기 제 8 이온주입영역보다 고농도를 갖는 제 1 도전형의 제 9 이온주입영역을 포함하며, 상기 제 3 포토다이오드는, 제 1 도전형의 반도체 기관; 상기 반도체 기관 표면으로부터 상기 기관 내부에 확장되어 일정깊이에 형성된 제 1 도전형의 제 10 이온주입영역; 상기 제 10 이온주입영역과 접하며 그 하부의 상기 기관 내부에 형성된 제 2 도전형의 제 11 이온주입영역; 상기 제 11 이온주입영역과 접하며 그 하부의 상기 기관 내부에 형성되며 상기 제 11 이온주입영역보다 저농도인 제 2 도전형의 제 12 이온주입영역; 상기 제 12 이온주입영역과 접하며 그 하부의 상기 기관 내부에 형성되며 상기 제 12 이온주입영역보다 고농도를 갖는 제 1 도전형의 제 13 이온주입영역; 및 상기 제 12 이온주입영역 및 제 13 이온주입영역의 측면을 감싸도록 상기 제 13 이온주입영역보다 깊게 형성되고, 상기 제 12 이온주입영역보다 고농도를 갖는 제 1 도전형의 제 14 이온주입영역을 포함한다. 또한, 상기한 목적을 달성하기 위한 본 발명은, 장파장의 광을 감지하는 제 1 포토다이오드와, 상기 제 1 포토다이오드와 인접 형성되어 상대적으로 단파장인 광을 감지하는 제 2 포토다이오드가 함께 집적화된 시모스 이미지센서의 제조방법에 있어서, 반도체 기관 상에 활성영역과 필드영역을 정의하는 필드산화막을 형성하는 단계; 상기 제 2 포토다이오드가 형성될 상기 반도체 기관 내부에 제 1 도전형의 제 5 이온주입영역을 형성하는 단계; 열공정을 통해 상기 제 5 이온주입영역을 확산시키는 단계; 상기 제 1 및 제 2 포토다이오드가 형성될 반도체 기관 표면으로부터 확장된 일정 깊이에 제 1 도전형의 제 1 이온주입영역을 형성하는 단계; 상기 제 1 및 제 2 포토다이오드가 형성될 반도체 기관 내부에 제 2 도전형의 제 4 이온주입영역을 형성하는 단계-제 4 이온주입영역은 상기 제 1 이온주입영역보다는 깊고, 상기 제 5 이온주입영역보다는 얇게 형성되며, 상기 제 5 이온주입영역보다 저농도임; 상기 제 1 및 제 2 포토다이오드가 형성될 반도체 기관 내부에 제 2 도전형의 제 3 이온주입영역을 형성하는 단계-상기 제 3 이온주입영역은 상기 제 1 이온주입영역 보다 깊고 상기 제 4 이온주입영역 보다 얇게 형성되며, 상기 제 5 이온주입영역보다 저농도임; 및 상기 제 1 및 제 2 포토다이오드가 형성될 반도체 기관 내부에서, 상기 제 1 이온주입영역과 상기 제 3 이온주입영역 사이에 제 2 도전형의 제 2 이온주입영역을 형성하는 단계를 포함하며, 상기 제 5 이온주입영역을 형성 및 확산시키는 단계에서, 상기 제 5 이온주입영역이 상기 제 3 이온주입영역 및 제 4 이온주입영역의 측면을 감싸고, 상기 제 4 이온주입영역보다 더 깊으며, 상기 제 3 이온주입영역 및 상기 제 4 이온주입영역보다 고농도를 갖도록 하는 것을 특징으로 한다.

본 발명의 일실시예에서는 저전력/고집적 이미지센서에서 적색 픽셀의 포토다이오드 구조와 청색 픽셀/녹색 픽셀의 포토다이오드 구조를 달리하여 형성함으로써 인접 픽셀 간의 전기적인 잡음과 광잡음을 감소시킴과 동시에 광감도를 향상시켰다.

또한, 본 발명의 다른 실시예에서는 적색, 녹색 및 청색 픽셀의 포토다이오드 구조를 각기 달리 형성하여 줌으로써 각각의 색을 갖는 빛에 포토다이오드 구조를 최적화시켜 광감도를 향상시킴과 동시에 인접 픽셀 간의 신호간섭을 감소시켰다.

이하, 본 발명이 속하는 기술분야에서 통상의 지식을 가진 자가 본 발명의 기술적 사상을 용이하게 실시할 수 있을 정도로 상세히 설명하기 위하여, 본 발명의 가장 바람직한 실시예를 첨부된 도면을 참조하여 설명한다.

종래기술에서 기술한 바와 같이 이미지센서가 점점 더 미세화되고 저전력화됨에 따라 단위픽셀로 입사하는 광량도 감소할 뿐만 아니라, 광신호를 이용하여 이를 이미지데이터로 처리하기 위한 전압레벨도 점차로 감소하고 있다.

이와 같이, 이미지센서의 포토다이오드로 유입되는 광량이 줄고 구동전압이 감소할 경우 광감도가 떨어지는 것은 당연하며, 이를 보상해 주기 위해서는 포토다이오드를 구성하는 p형 또는 n형 이온주입영역의 이온주입농도를 증가시켜 전자-정공쌍의 생성률을 높이는 것이 필수적이다. 하지만, 이온주입농도를 높이면, 고집적화된 이미지센서에서 인접 픽셀 간의 간섭현상이 증가하는 단점이 있음은 전술한 바와 같다.

본 발명에서는 이러한 종래기술의 문제를 해결하기 위하여 적색(red), 녹색(green), 청색(blue) 광의 파장차이에 따른 스킨깊이(skin depth)의 차이를 이용하였다. [여기서 skin depth = (굴절률/전기전도도) × (2π/파장)]

빛의 투과광은 깊이에 따라 지수적으로 감소하기 때문에 실리콘 표면근처(약 0 ~ 0.5μm)에 존재하는 이온주입영역의 이온농도가 증가하면 광감도 역시 증가할 것이다.

청색광(청색)의 경우에는 실리콘 표면으로부터 0.5μm 이상은 투과하지 못하는 것으로 알려져 있고, 녹색광(녹색)의 경우는 1.5μm 이상은 투과하지 못하는 것으로 알려져 있다. 따라서, 청색 픽셀과 녹색 픽셀에 구비된 포토다이오드에서 공핍 영역(depletion region)은 실리콘 표면으로부터 0μm ~ 1.5μm 정도에 형성하는 것이 바람직하다.

그 이상의 깊이로 공핍 영역을 확장시켜도, 어차피 청색광과 녹색광은 투과하지 못하여 광감도 향상에 도움을 주지 못할 뿐만 아니라, 오히려 공핍 영역이 확장됨으로써 전기장의 세기가 감소하여 광감도가 저하되는 단점을 가져올 수 있기 때문이다.

적색광(적색)의 경우에는 투과깊이가 실리콘 표면으로부터 1.5μm ~ 3.0μm 정도인 것으로 알려져 있다. 따라서, 입사된 적색광을 모두 사용하려면 0μm ~ 3.0μm 정도의 깊이로 공핍 영역을 형성하는 것이 바람직하나, 종래기술에서는 도1에 도시된 바와 같이, 수 μm 정도의 깊이로 공핍 영역을 형성하여 적색광, 녹색광 및 청색광을 모두 감지하였다.

도2는 본 발명의 일실시예에 따른 시모스 이미지센서에서 적색 픽셀의 포토다이오드 단면구조와 그에 따른 도핑 프로파일을 도시한 도면으로 이를 참조하여 설명하면, 본 발명의 일실시예에 따른 적색 픽셀의 포토다이오드는 기존의 n형 이온주입영역의 도핑농도를 증가시키고 또한, 새로운 n형 이온주입영역을 추가로 형성함으로써 공핍 영역의 깊이를 증가시켜 광감도를 향상시켰다.

도2를 참조하면, 본 발명의 일실시예에 따른 적색 픽셀의 포토다이오드는 p형 반도체 기관(20)상에 형성되어 활성영역과 필드영역을 정의하는 필드산화막(21)과, 반도체 기관(20) 표면으로부터 일정깊이로 확장되어 형성된 고농도의 제 1 p형 이온주입영역(22)과, 상기 제 1 p형 이온주입영역(22)과 접하며 제 1 p형 이온주입영역(22) 하부에 소정깊이로 형성된 고

농도의 제 1 n형 이온주입영역(23)과, 상기 제 1 n형 이온주입영역(23)과 접하며 제 1 n형 이온주입영역 하부에 소정깊이로 형성된 저농도의 제 2 n형 이온주입영역(24)과, 제 2 n형 이온주입영역(24) 하부에 소정깊이로 형성되며, 상기 제 2 n형 이온주입영역(24)보다 큰 단면적을 갖도록 확장되어 형성되어 상기 제 2 n형 이온주입영역(24)을 감싸며 형성된 저농도의 제 3 n형 이온주입영역(25)으로 이루어져 있다.

적색광은 전술한 바와 같이 침투깊이가 가장 깊기 때문에 적색 픽셀로 입사하는 적색광을 모두 이용하기 위해서는, 기관의 심층부까지 공핍 영역을 확장하여 적색광으로부터 발생한 광전하를 이용하여야 한다. 따라서, 본 발명의 일실시예에서는 제 3 n형 이온주입영역(25)을 추가로 깊게 형성하여 줌으로써 공핍 영역의 크기를 확장시켜 주었다.

또한, 종래에는 노이즈 증가와 같은 단점 때문에 이온주입영역의 농도를 증가시켜주지 못했는데, 본 발명의 일실시예에서는 노이즈 감소를 위한 매카니즘이 구비되어 있으므로, 이온주입영역의 불순물의 농도를 증가시켜 적색광에 대한 광감도를 향상시킬 수 있다. 노이즈 감소를 위한 매카니즘에 대해서는 녹색 픽셀과 청색 픽셀에 대한 부분에서 설명한다.

도2에 도시된 적색 픽셀의 포토다이오드의 단면구조 우측에는 단면구조에 따른 각 이온주입영역의 도핑프로파일이 도시되어 있는데, 추가로 형성된 제 3 n형 이온주입영역(25)의 도핑농도는 반도체 기관(20)의 농도보다는 높고 고농도의 제 1 n형 이온주입영역(22)의 도핑농도 보다는 낮음을 알 수 있다. 그리고 제 2 n형 이온주입영역(24)의 도핑농도와 제 3 n형 이온주입영역(25)의 도핑농도는 별 차이가 없게 하였다.

다음으로 청색 픽셀 또는 녹색 픽셀에 형성되는 포토다이오드의 구조에 대해 설명하면, 본 발명의 일실시예에서는 이온주입영역에 도핑되는 불순물 이온의 양을 늘리고 또한, n형 이온주입영역을 감싸면서 반도체 기관 심층부까지 확장되는 고농도의 p+ 이온주입영역을 추가로 형성하여 인접 픽셀 간의 전기적, 광적 간섭을 줄였다.

도3은 본 발명의 일실시예에 따른 시모스 이미지센서에서 청색 픽셀 또는 녹색 픽셀의 포토다이오드 단면구조와 그에 따른 도핑 프로파일을 도시한 도면으로 이를 참조하여 청색 픽셀 또는 녹색 픽셀에 형성된 포토다이오드에 대해 설명한다.

도3에 도시된 바와 같이 청색 또는 녹색 픽셀에 형성되는 포토다이오드는 p형 반도체 기관(30)상에 형성되어 활성영역과 필드영역을 정의하는 필드산화막(31)과, 반도체 기관(30) 표면으로부터 일정깊이로 확장되어 형성된 고농도의 제 1 p형 이온주입영역(32)과, 상기 제 1 p형 이온주입영역(32)과 접하며 제 1 p형 이온주입영역(32) 하부에 소정깊이로 형성된 고농도의 제 1 n형 이온주입영역(33)과, 상기 제 1 n형 이온주입영역(33)과 접하며 제 1 n형 이온주입영역 하부에 소정깊이로 형성된 저농도의 제 2 n형 이온주입영역(34)과, 제 2 n형 이온주입영역(34) 하부에 소정깊이로 형성되며, 상기 제 2 n형 이온주입영역(34)보다 큰 단면적을 갖도록 확장되어 형성된 저농도의 제 3 n형 이온주입영역(35)과, 상기 제 2 n형 이온주입영역(34)과 제 3 n형 이온주입영역(35)을 감싸며 형성되며 상기 제 3 n형 이온주입영역(35) 하부의 기관 심층부까지 확장되어 형성되는 고농도의 제 2 p형 이온주입영역(36)으로 구성되어 있다.

본 발명의 일실시예에 따른 녹색 또는 청색 픽셀의 포토다이오드는 p형 이온주입영역의 도핑농도와 n형 이온주입영역의 도핑농도를 증가시키고, 추가로 고농도의 제 2 p형 이온주입영역을 형성하여 녹색광의 투과깊이까지로 공핍 영역의 깊이를 한정하여 광감도를 향상시켰다.

즉, 본 발명의 일실시예에 따른 녹색, 청색 픽셀의 포토다이오드에서 가장 큰 특징은 이온주입영역의 도핑농도가 증가한 점 이외에도 고농도의 제 2 p형 이온주입영역(36)이 그 상부에 존재하는 두개의 n형 이온주입영역(34, 35)을 감싸면서 형성되어 있다는 점과 또한, 고농도의 제 2 p형 이온주입영역(36)의 존재로 인해 공핍 영역의 크기가 감소하였다는 점이다.

본 발명의 일실시예에 따른 녹색/청색 픽셀에서 고농도의 제 2 p형 이온주입영역(36)은 400KeV ~ 2MeV 정도의 이온주입에너지를 이용하여 형성되며, 또한 본 발명의 일실시예에 사용된 반도체 기관은 Si, Ge, SiGe, GaAs, InSb, 또는 AlAs 웨이퍼를 사용할 수 있다.

도3을 참조하면, 고농도의 제 2 p형 이온주입영역(36)의 존재 때문에 공핍 영역의 크기가 감소하고 있음을 도3의 우측에 도시된 도핑프로파일을 참조하면 알 수 있다. 즉, 청색 픽셀이나 녹색 픽셀에서는 적색광을 감지할 필요가 없으므로 적색광의 침투깊이에 해당하는 반도체 기관 내부에는 공핍 영역이 존재하지 않고, 녹색광의 침투깊이까지만 공핍 영역이 형성되도록 하였다.

따라서, 적색 픽셀로 입사되는 적색광이 인접한 녹색 픽셀이나 청색 픽셀로 침투하더라도, 녹색 픽셀이나 청색 픽셀에서는 적색광의 침투깊이에 해당하는 영역에는 공핍 영역이 존재하지 않기 때문에 적색광에 의한 광전하가 발생할 여지를 감소시킬 수 있다. 이러한 구조로 인하여, 본 발명에서는 적색광에 의한 광간섭 현상을 억제할 수 있다.

그리고, 종래기술과 비교하여 보면, 고농도의 제 2 p형 이온주입영역(36)의 존재로 인해 공핍 영역의 크기가 감소하였기 때문에, 전기장의 세기가 커져서 광감도가 향상되는 효과가 있으며, 이온주입영역의 농도 역시 증가하였기 때문에 광감도가 더욱 향상된다.

또한, 고농도의 제 2 p형 이온주입영역(36)이 그 상부에 존재하는 두개의 n형 이온주입영역(34, 35)을 감싸면서 형성되어 있기 때문에, 이와 같이 형성된 녹색 픽셀과 청색 픽셀이 적색 픽셀을 이차원적으로 둘러싸도록 픽셀어레이를 구성하게 되면 인접 픽셀 간의 전기적/광적 간섭현상을 감소시킬 수 있다.

도4는 본 발명에서 인접 픽셀 간의 전기적/광적 간섭현상을 감소시키는 매카니즘을 설명하기 위한 개념도이며, 도5는 일반적인 시모스 이미지센서에서 픽셀어레이의 패턴으로 통상적으로 사용되고 있는 베이어 패턴을 사용하는 픽셀어레이의 모습을 보인 평면도이다.

도4를 참조하면 적색 픽셀은 녹색 픽셀과 청색 픽셀에 에워싸여 있으며, 도5에 도시된 베이어 패턴의 픽셀어레이를 참조하면 적색필터는 2차원적으로 청색 픽셀 또는 녹색 픽셀에 의해 둘러싸여 있다.

즉, 녹색 픽셀과 청색 픽셀의 고농도 제 2 p형 이온주입영역(도4의 녹색 또는 청색 픽셀에서 P+ 로 표시)이 적색 픽셀의 n형 이온주입영역(도4의 적색 픽셀에서 N2, N3로 표시)을 팔방에서 감싸고 있기 때문에, 적색 픽셀의 n형 이온주입영역과 녹색 또는 청색 픽셀의 n형 이온주입영역은 전기적으로 절연된다.

따라서, 이미지 센서의 광감도를 향상시키기 위해 이온주입농도를 증가시켜도, 이와 같은 향상된 절연특성 때문에 인접 픽셀들 사이에서 노이즈가 발생하는 현상을 감소시킬 수 있다.

본 발명의 일실시예에서는 베이어 패턴을 갖는 픽셀어레이를 예로 들어 설명하였지만, 이 외에도 적색 픽셀에 인접한 픽셀은 녹색 픽셀 또는 청색 픽셀만이 되도록 픽셀어레이를 배치한다면 전술한 바와 같은 본 발명의 효과를 얻을 수 있다.

도4에 도시된 제 3 p형 이온주입영역(도면부호 100)은 본 발명의 다른 실시예에 관한 것으로, 청색 픽셀의 구조에 관한 것이다. 본 발명의 일실시예에서는 청색 픽셀과 녹색 픽셀에서 모두 동일한 포토다이오드를 사용하였는데, 청색 픽셀과 녹색 픽셀에 사용된 동일한 포토다이오드는, 엄밀히 말하자면 녹색 픽셀에 더 최적화 되었다고 말할 수 있다. 따라서, 본 발명의 다른 실시예에서는 청색광에 최적화된 포토다이오드를 청색 픽셀에 따로 형성하여 줌으로써 좀더 광감도를 향상시켰다.

도4를 참조하면 청색광은 주지된 바와 같이 침투깊이가 가장 얇다. 이러한 청색광을 캡춰(capture)하는 청색 픽셀에서는 공핍 영역의 깊이가 청색광에 맞춰서 얇게 형성되어야만 청색광에 대한 감도를 높일 수 있다.

따라서, 도4에 도시된 바와 같이 청색 픽셀에만 제 3 p형 이온주입영역(100)을 형성하기 위한 이온주입공정을 추가로 수행하면, 제 2 n형 이온주입영역(도4의 청색 픽셀에서 N2로 표시)의 크기가 감소하게므로 공핍 영역 역시 감소되어, 침투깊이가 가장 얇은 청색광에 최적화된 청색 픽셀을 얻을 수 있어 청색광에 대한 광감도를 향상시킬 수 있다.

도4의 청색 픽셀에서 제 3 n형 이온주입영역(N3)을 형성하기 위한 이온주입공정은 제 3 p형 이온주입영역(100)을 형성하기 위한 이온주입공정이 수행된 이후에 수행되지만, 제 3 p형 이온주입영역(100)의 농도를 매우 높게 설정한다면, 제 3 n형 이온주입영역(N3)을 형성하기 위한 이온주입공정이 수행된 이후에도, 제 2 p형 이온주입영역(P+)의 농도와 비슷하거나 또는 열은 농도를 갖는 제 3 p형 이온주입영역(100)을 얻을 수 있다.

다음으로, 본 발명의 일실시예에 따른 시모스 이미지 센서의 제조방법을 도4를 참조하여 설명한다. 먼저 활성영역과 필드영역을 정의하는 필드산화막을 반도체 기판상에 형성한 이후에, 청색 픽셀과 녹색 픽셀에 구비된 포토다이오드 영역에 고농도의 제 2 p형 이온주입영역(P+)을 형성한다. 제 2 p형 이온주입영역(P+)은 400Kev 내지 2MeV 의 이온주입 에너지를 이용하여 형성되며, 제 2 p형 이온주입영역(P+)은 전술한 바와 같이 청색 픽셀 및 녹색 픽셀로 적색광이 침투하더라도 적색광의 유효침투깊이에는 공핍 영역이 형성되지 않도록 하는 역할을 한다.

이어서, 게이트전극(도4에 미도시)을 형성하는 공정이 수행되는데, 이는 통상적인 방법을 통하여 수행되므로 여기서 상술하지 않는다. 통상적으로 게이트 전극을 형성하는 공정에는 열공정이 수반되며 게이트전극이 완성된 이후에도 계면의 안정화를 위한 열공정이 추가로 수행된다. 제 2 p형 이온주입영역(P+)은 이러한 열공정을 통하여 충분히 확산되어 후속으로 형성될 n형 이온주입영역(N2, N3)을 감싸며 형성된다.

다음으로 모든 픽셀의 포토다이오드 영역에 제 1 p형 이온주입영역(P0)을 형성하는데, 제 1 p형 이온주입영역(P0)은 반도체 기판 표면으로부터 확장되어 일정깊이에 형성된다. 이어서 모든 픽셀의 포토다이오드 영역에 제 3 n형 이온주입영역(N3)을 형성하되, 제 3 n형 이온주입영역(N3)은 제 1 p형 이온주입영역(P0)보다는 깊고, 제 2 n형 이온주입영역(P+)보다는 얇게 형성되며 제 2 p형 이온주입영역(P+)보다 저농도를 갖게 형성된다.

다음으로 모든 픽셀의 포토다이오드 영역에 제 2 n형 이온주입영역(N2)을 형성하되, 제 2 n형 이온주입영역(N2)은 제 1 p형 이온주입영역(P0)보다는 깊고, 제 3 n형 이온주입영역(N3) 보다 얇게 형성되며, 제 2 p형 이온주입영역(P+)보다 저농도를 갖게 형성된다.

다음으로 모든 픽셀의 포토다이오드 영역에 제 1 n형 이온주입영역(N1)을 형성하되, 제 1 n형 이온주입영역(N1)은 제 1 p형 이온주입영역(P0)과 제 2 n형 이온주입영역(N2) 사이에 형성된다.

이와 같은 공정을 통해 3색의 픽셀을 형성하면, 청색 및 녹색 픽셀에 구비된 제 2 p형 이온주입영역(P+)이 전기적/광적 간섭을 억제할 뿐만 아니라, 인접 픽셀 간의 n형 이온주입영역들을 전기적으로 절연시켜 주므로 도핑농도를 증가시켜도 노이즈가 발생하는 것을 방지할 수 있다.

청색광은 전술한 바와 같이 침투깊이가 가장 얇은데, 만일 청색광에도 최적화된 픽셀의 얻고자 한다면, 청색 픽셀에 제 3 p형 이온주입영역(100)을 추가로 형성하여 청색광에 최적화된 청색 픽셀을 얻을 수 있다.

이를 위해서는 도4에 도시된 바와 같이 제 3 p형 이온주입영역(100)을 추가로 형성하는데, 제 3 p형 이온주입영역(100)은 공핍 영역의 깊이를 감소시켜 침투깊이가 얇은 청색광에 최적화되도록, 제 2 n형 이온주입영역(N2)의 하부에 형성되는데, 제 3 p형 이온주입영역(100)은 제 2 n형 이온주입영역의 크기를 감소시킴으로써 공핍 영역의 깊이를 감소시킨다.

이와 같은 제 3 p형 이온주입영역(100)은 전술한 2 가지의 열공정을 전후로 하여 형성될 수 있다. 즉, 제 3 p형 이온주입영역(100)은 고농도의 제 2 p형 이온주입영역(P+)이 형성된 후, 게이트전극이 형성되기 전에 형성될 수 있으며, 또는 게이트전극이 형성된 후, 계면안정을 위한 열공정이 수행되기 전에 형성될 수 있다. 또 다른 방법으로, 계면안정을 위한 열공정이 수행된 후, 제 3 n형 이온주입영역(N3)이 형성되기 전에 제 3 p형 이온주입영역(100)을 형성할 수도 있다.

이와 같이, 각각의 픽셀에 최적화된 포토다이오드를 모두 달리하여 형성할 경우에는, 생산비는 증가하지만 광감도가 더욱 향상되는 효과가 있다.

이상에서 설명한 바와 같이 본 발명은 전술한 실시예 및 첨부된 도면에 의해 한정되는 것이 아니고, 본 발명이 기술적 사상을 벗어나지 않는 범위 내에서 여러 가지 치환, 변형 및 변경이 가능함이 본 발명이 속하는 기술분야에서 통상의 지식을 가진 자에게 있어 명백할 것이다.

### 발명의 효과

본 발명에 따르면 저전력 고밀도의 이미지센서에서 인접 픽셀 간의 간섭현상이나 적색광에 의한 잡음을 감소시킬 수 있는 장점이 있으며 또한 광감도를 향상시키는 효과가 있다.

### (57) 청구의 범위

#### 청구항 1.

상대적으로 장파장의 광을 감지하는 제 1 포토다이오드와, 상기 제 1 포토다이오드와 인접 형성되어 단파장의 광을 감지하는 제 2 포토다이오드가 함께 집적화된 시모스 이미지센서에 있어서,

상기 제 1 및 제 2 포토다이오드는, 각각,

제 1 도전형의 반도체 기관;

상기 반도체 기관 표면으로부터 상기 기관 내부에 확장되어 일정깊이에 형성된 제 1 도전형의 제 1 이온주입영역;

상기 제 1 이온주입영역과 접하며 그 하부의 상기 기관 내부에 형성된 제 2 도전형의 제 2 이온주입영역;

상기 제 2 이온주입영역과 접하며 그 하부의 상기 기관 내부에 형성되며 상기 제 2 이온주입영역보다 저농도인 제 2 도전형의 제 3 이온주입영역; 및

상기 제 3 이온주입영역과 접하며 그 하부에 형성되며, 상기 제 2 이온주입영역보다 저농도인 제 2 도전형의 제 4 이온주입영역을 포함하고,

상기 제 2 포토다이오드는,

상기 제 3 이온주입영역 및 제 4 이온주입영역의 측면을 감싸도록 형성된 제 1 도전형의 제 5 이온주입영역을 더 포함하며, 상기 제 5 이온주입영역은 상기 제 4 이온주입영역보다 깊게 형성되며, 상기 제 3 이온주입영역 및 상기 제 4 이온주입영역보다 고농도를 갖는 것을 특징으로 하는 시모스 이미지센서.

#### 청구항 2.

제 1 항에 있어서,

상기 제 2 포토다이오드의 상기 제 4 이온주입영역은 상기 제 1 포토다이오드의 상기 제 4 이온주입영역 보다 얇게 형성되는 것을 특징으로 하는 시모스 이미지센서.

#### 청구항 3.

제 1 항에 있어서,

상기 장파장의 광은 적색광인 것을 특징으로 하는 시모스 이미지센서.

#### 청구항 4.

제 1 항에 있어서,

상기 단파장의 광은 녹색광인 것을 특징으로 하는 시모스 이미지센서.

**청구항 5.**

제 1 항에 있어서,

상기 단파장의 광은 청색광인 것을 특징으로 하는 시모스 이미지센서.

**청구항 6.**

상대적으로 장파장의 광을 감지하는 제 1 포토다이오드와, 상기 제 1 포토다이오드와 인접 형성되어 단파장의 광을 감지하는 제 2 포토다이오드와, 상기 제 1 포토다이오드와 인접 형성되며 상기 제 2 포토다이오드가 감지하는 광 보다 단파장인 광을 감지하는 제 3 포토다이오드가 함께 집적화된 시모스 이미지센서에 있어서,

상기 제 1 포토다이오드는,

제 1 도전형의 반도체 기관;

상기 반도체 기관 표면으로부터 상기 기관 내부에 확장되어 일정깊이에 형성된 제 1 도전형의 제 1 이온주입영역;

상기 제 1 이온주입영역과 접하며 그 하부의 상기 기관 내부에 형성된 제 2 도전형의 제 2 이온주입영역;

상기 제 2 이온주입영역과 접하며 그 하부의 상기 기관 내부에 형성되며 상기 제 2 이온주입영역보다 저농도인 제 2 도전형의 제 3 이온주입영역; 및

상기 제 3 이온주입영역과 접하며 그 하부에 형성되되 상기 제 2 이온주입영역보다 저농도인 제 2 도전형의 제 4 이온주입영역을 포함하고,

상기 제 2 포토다이오드는,

제 1 도전형의 반도체 기관;

상기 반도체 기관 표면으로부터 상기 기관 내부에 확장되어 일정깊이에 형성된 제 1 도전형의 제 5 이온주입영역;

상기 제 5 이온주입영역과 접하며 그 하부의 상기 기관 내부에 형성된 제 2 도전형의 제 6 이온주입영역;

상기 제 6 이온주입영역과 접하며 그 하부의 상기 기관 내부에 형성되며 상기 제 6 이온주입영역보다 저농도인 제 2 도전형의 제 7 이온주입영역; 및

상기 제 7 이온주입영역과 접하며 그 하부의 상기 기관 내부에 형성되며 상기 제 6 이온주입영역보다 저농도인 제 2 도전형의 제 8 이온주입영역; 및

상기 제 7 이온주입영역 및 제 8 이온주입영역의 측면을 감싸도록 상기 제 8 이온주입영역보다 깊게 형성되고, 상기 제 7 이온주입영역 및 상기 제 8 이온주입영역보다 고농도를 갖는 제 1 도전형의 제 9 이온주입영역을 포함하며,

상기 제 3 포토다이오드는,

제 1 도전형의 반도체 기관;

상기 반도체 기관 표면으로부터 상기 기관 내부에 확장되어 일정깊이에 형성된 제 1 도전형의 제 10 이온주입영역;

상기 제 10 이온주입영역과 접하며 그 하부의 상기 기관 내부에 형성된 제 2 도전형의 제 11 이온주입영역;

상기 제 11 이온주입영역과 접하며 그 하부의 상기 기관 내부에 형성되며 상기 제 11 이온주입영역보다 저농도인 제 2 도전형의 제 12 이온주입영역;

상기 제 12 이온주입영역과 접하며 그 하부의 상기 기관 내부에 형성되며 상기 제 12 이온주입영역 보다 고농도를 갖는 제 1 도전형의 제 13 이온주입영역; 및

상기 제 12 이온주입영역 및 제 13 이온주입영역의 측면을 감싸도록 상기 제 13 이온주입영역보다 깊게 형성되고, 상기 제 12 이온주입영역보다 고농도를 갖는 제 1 도전형의 제 14 이온주입영역을 포함하는 시모스 이미지센서.

### 청구항 7.

제 6 항에 있어서,

상기 제 1 포토다이오드가 감지하는 광은 적색광이며, 상기 제 2 포토다이오드가 감지하는 광은 녹색광이며, 상기 제 3 포토다이오드가 감지하는 광은 청색광인 것을 특징으로 하는 시모스 이미지센서.

### 청구항 8.

제 6 항에 있어서,

상기 제 12 이온주입영역은 상기 제 7 이온주입영역보다 얇게 형성되는 것을 특징으로 하는 시모스 이미지센서.

### 청구항 9.

장파장의 광을 감지하는 제 1 포토다이오드와, 상기 제 1 포토다이오드와 인접 형성되어 상대적으로 단파장인 광을 감지하는 제 2 포토다이오드가 함께 집적화된 시모스 이미지센서의 제조방법에 있어서,

반도체 기판 상에 활성영역과 필드영역을 정의하는 필드산화막을 형성하는 단계;

상기 제 2 포토다이오드가 형성될 상기 반도체 기판 내부에 제 1 도전형의 제 5 이온주입영역을 형성하는 단계;

열공정을 통해 상기 제 5 이온주입영역을 확산시키는 단계;

상기 제 1 및 제 2 포토다이오드가 형성될 반도체 기판 표면으로부터 확장된 일정 깊이에 제 1 도전형의 제 1 이온주입영역을 형성하는 단계;

상기 제 1 및 제 2 포토다이오드가 형성될 반도체 기판 내부에 제 2 도전형의 제 4 이온주입영역을 형성하는 단계-제 4 이온주입영역은 상기 제 1 이온주입영역보다는 깊고, 상기 제 5 이온주입영역보다는 얇게 형성되며, 상기 제 5 이온주입영역보다 저농도임;

상기 제 1 및 제 2 포토다이오드가 형성될 반도체 기판 내부에 제 2 도전형의 제 3 이온주입영역을 형성하는 단계-상기 제 3 이온주입영역은 상기 제 1 이온주입영역 보다 깊고 상기 제 4 이온주입영역 보다 얇게 형성되며, 상기 제 5 이온주입영역보다 저농도임; 및

상기 제 1 및 제 2 포토다이오드가 형성될 반도체 기판 내부에서, 상기 제 1 이온주입영역과 상기 제 3 이온주입영역 사이에 제 2 도전형의 제 2 이온주입영역을 형성하는 단계를 포함하며,

상기 제 5 이온주입영역을 형성 및 확산시키는 단계에서,

상기 제 5 이온주입영역이 상기 제 3 이온주입영역 및 제 4 이온주입영역의 측면을 감싸고, 상기 제 4 이온주입영역보다 더 깊으며, 상기 제 3 이온주입영역 및 상기 제 4 이온주입영역보다 고농도를 갖도록 하는 것을 특징으로 하는 시모스 이미지센서의 제조방법.

### 청구항 10.

제 9 항에 있어서,

상기 제 4 이온주입영역 및 상기 제 3 이온주입영역은 상기 제 5 이온주입영역내에 포함되어 형성되는 것을 특징으로 하는 시모스 이미지센서의 제조방법.

### 청구항 11.

제 9 항에 있어서,

상기 제 5 이온주입영역은 400 Kev 내지 2 MeV의 이온주입 에너지를 이용하여 형성되는 것을 특징으로 하는 시모스 이미지센서의 제조방법.

### 청구항 12.

제9항에 있어서,

상기 제 5 이온주입영역을 확산시키는 단계는,

게이트 전극을 형성하기 위한 열공정과 계면 안정을 위한 열공정을 이용하여 수행되며,

상기 제 1 포토다이오드가 감지하는 광은 적색광이며, 상기 제 2 포토다이오드가 감지하는 광은 청색광 또는 녹색광인 것을 특징으로 하는 시모스 이미지센서의 제조방법.

### 청구항 13.

제 12 항에 있어서,

청색광을 감지하는 상기 제 2 포토다이오드 영역에, 상기 제 5 이온주입영역보다는 얇은 제 1 도전형의 제 6 이온주입영역을 형성하는 단계를 더 포함하는 것을 특징으로 하는 시모스 이미지센서의 제조방법.

### 청구항 14.

제 13 항에 있어서,

상기 제 6 이온주입영역은 게이트 전극을 형성하기 위한 열공정을 수행하기 전에 형성되는 것을 특징으로 하는 시모스 이미지센서의 제조방법.

### 청구항 15.

제 13 항에 있어서,

상기 제 6 이온주입영역은 게이트 전극을 형성하기 위한 열공정 후, 계면 안정을 위한 열공정 전에 형성되는 것을 특징으로 하는 시모스 이미지센서의 제조방법.

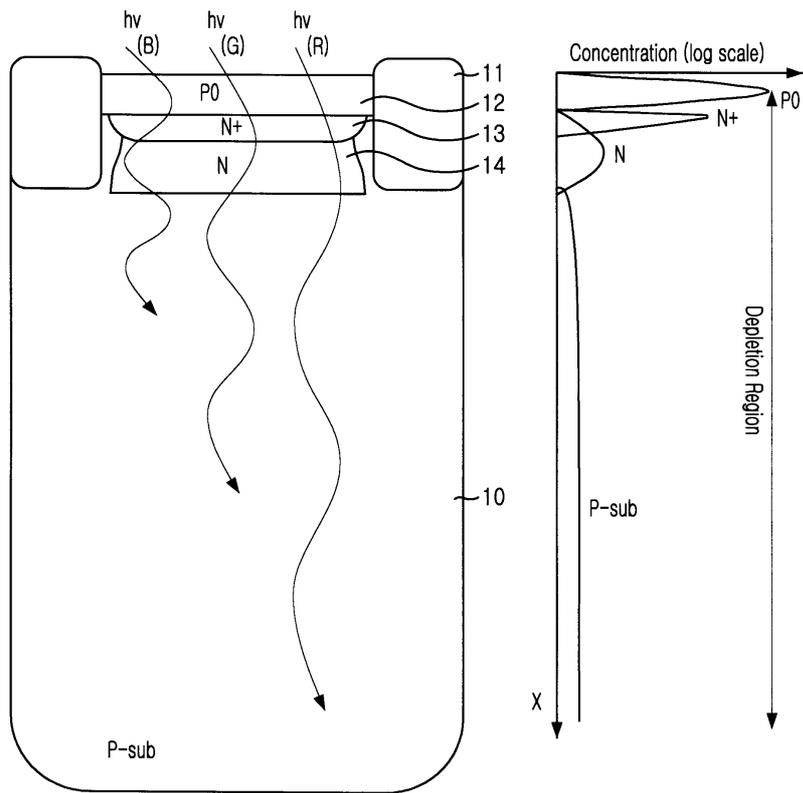
### 청구항 16.

제 13 항에 있어서,

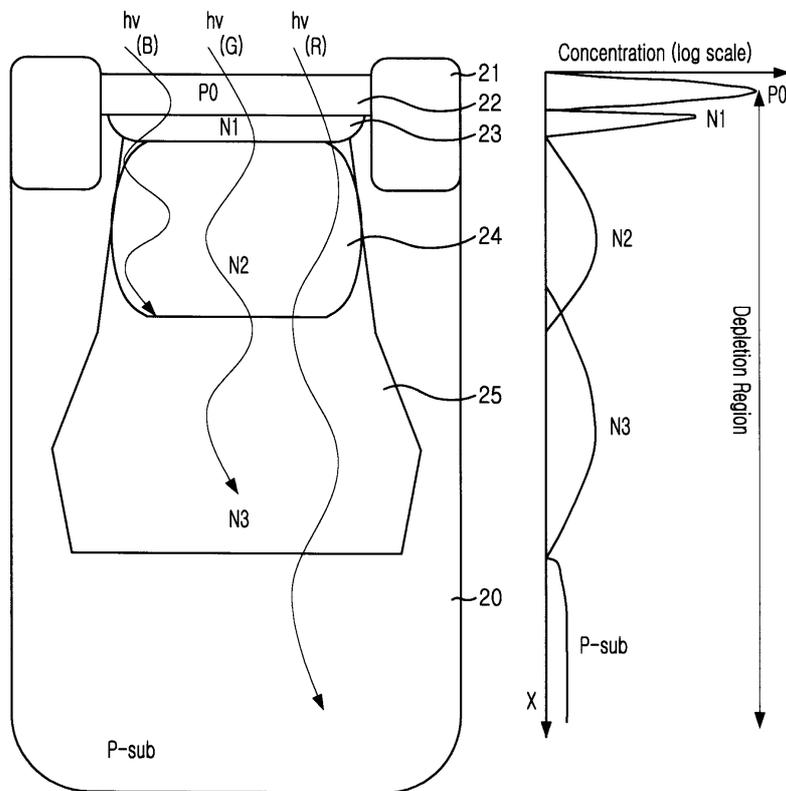
상기 제 6 이온주입영역은 계면 안정을 위한 열공정을 수행한 후에 형성되는 것을 특징으로 하는 시모스 이미지센서의 제조방법.

도면

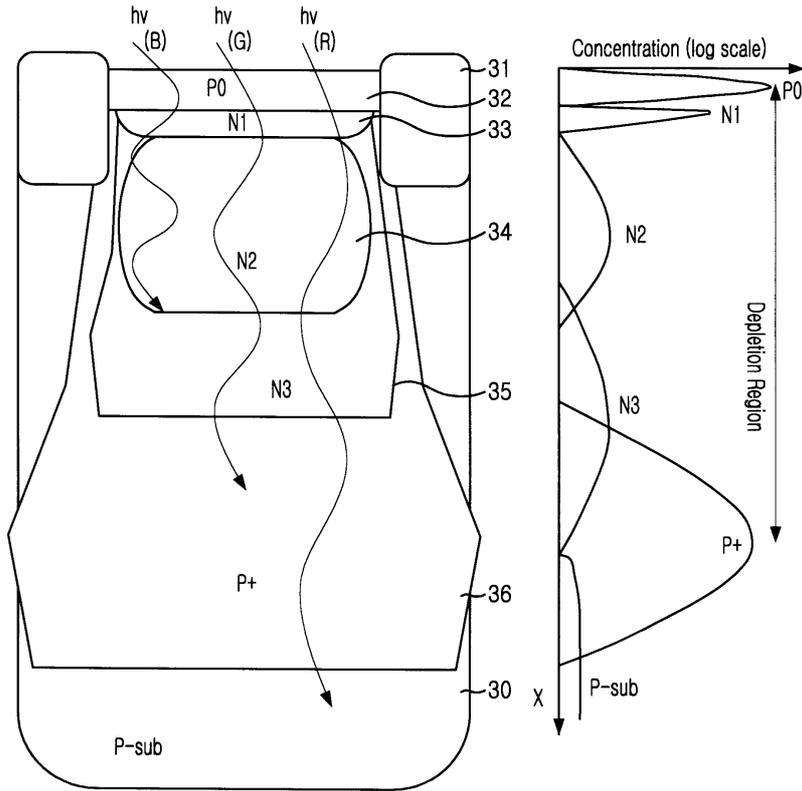
도면1



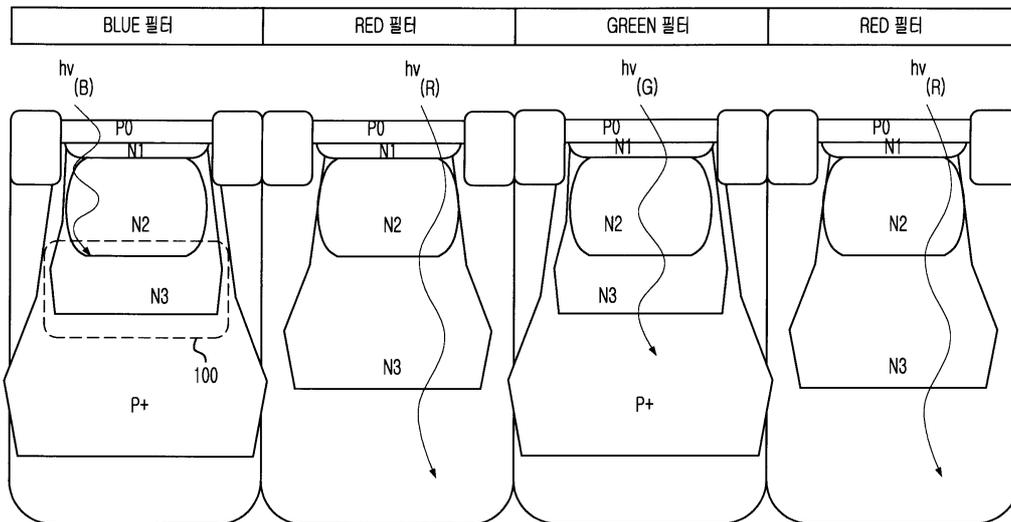
도면2



도면3



도면4



도면5

