



(19) 대한민국특허청(KR)
(12) 공개특허공보(A)

(11) 공개번호 10-2013-0025797
(43) 공개일자 2013년03월12일

(51) 국제특허분류(Int. Cl.)
H01L 31/09 (2006.01)
(21) 출원번호 10-2012-0026726
(22) 출원일자 2012년03월15일
심사청구일자 없음
(30) 우선권주장
1020110089023 2011년09월02일 대한민국(KR)

(71) 출원인
한국전자통신연구원
대전광역시 유성구 가정로 218 (가정동)
(72) 발명자
이준성
대전광역시 유성구 어은동 한빛아파트 106-1003
윤용선
대전광역시 유성구 용산동 경남아너스빌 108-101
(74) 대리인
권혁수, 송윤호, 오세준

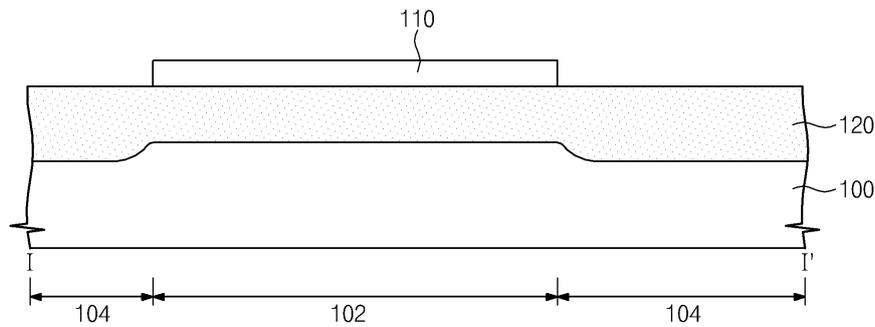
전체 청구항 수 : 총 12 항

(54) 발명의 명칭 포토멀티플라이어 및 그의 제조방법

(57) 요약

본 발명은 포토 멀티플라이어 및 그의 제조방법을 개시한다. 그의 제조방법은, 제 1 도전형으로 도핑된 기판의 활성 영역 상에 마스크 막을 형성하는 단계와, 상기 제 1 도전형과 반대되는 제 2 도전형 불순물을 상기 기판에 이온주입하여 상기 마스크막 아래의 상기 활성 영역과, 상기 마스크막으로부터 노출된 비 활성영역 내에 제 1 도핑 영역을 형성하는 단계와, 상기 비 활성 영역 상에 소자 분리막을 형성하는 단계와, 상기 마스크막을 제거하는 단계와, 상기 제 1 도핑 영역보다 높은 농도의 상기 제 2 도전형 불순물을 상기 활성 영역 내의 상기 제 1 도핑 영역 상부에 이온주입하여 상기 제 1 도핑 영역보다 얇은 제 2 도핑 영역을 형성하는 단계를 포함한다.

대표도 - 도4



이 발명을 지원한 국가연구개발사업

과제고유번호 2010K001108

부처명 교육과학기술부

연구사업명 IT성장동력기술개발

연구과제명 차세대 광센서를 사용한 의료영상기기용 센서모듈 개발

주관기관 한국전자통신연구원

연구기간 2009.07.10 ~ 2014.06.30

특허청구의 범위

청구항 1

제 1 도전형으로 도핑된 기관의 활성 영역 상에 마스크 막을 형성하는 단계;

상기 제 1 도전형과 반대되는 제 2 도전형 불순물을 상기 기관에 이온주입하여 상기 마스크막 아래의 상기 활성 영역과, 상기 마스크막으로부터 노출된 비 활성영역 내에 제 1 도핑 영역을 형성하는 단계;

상기 비 활성 영역 상에 소자 분리막을 형성하는 단계;

상기 마스크막을 제거하는 단계; 및

상기 제 1 도핑 영역보다 높은 농도의 상기 제 2 도전형 불순물을 상기 활성 영역 내의 상기 제 1 도핑 영역 상부에 이온주입하여 상기 제 1 도핑 영역보다 얇은 제 2 도핑 영역을 형성하는 단계를 포함하는 포토멀티플라이어의 제조방법.

청구항 2

제 1 항에 있어서,

상기 제 1 도핑 영역은 카운터 이온주입공정에 의해 형성된 포토 멀티플라이어의 제조방법.

청구항 3

제 2 항에 있어서,

상기 카운터 이온주입공정은 다중 이온주입 방법을 포함하는 포토 멀티플라이어의 제조방법.

청구항 4

제 1 항에 있어서,

상기 제 2 도핑 영역은 상기 소자분리막의 자기 정렬 이온주입공정 또는 자기정렬 확산공정에 의해 형성되는 포토멀티플라이어의 제조방법.

청구항 5

제 1 항에 있어서,

상기 소자 분리막은 로커스 방법으로 형성된 실리콘 산화막을 포함하는 포토멀티플라이어의 제조방법.

청구항 6

제 1 항에 있어서,

상기 마스크 막은 실리콘 질화막을 포함하는 포토멀티플라이어의 제조방법.

청구항 7

제 6 항에 있어서,

상기 실리콘 질화막은 인산, 불산, 또는 브롬산에 의해 제거되는 포토멀티플라이어의 제조방법.

청구항 8

제 1 항에 있어서,

상기 제 2 도핑 영역 및 상기 소자 분리막 상에 제 1 층간 절연막을 형성하는 단계;

상기 비 활성 영역의 상 제 1 층간 절연막 상에 소멸 저항을 형성하는 단계;

상기 제 1 층간 절연막 및 상기 소멸 저항 상에 제 2 층간 절연막을 형성하는 단계;

상기 소멸 저항 상의 제 2 층간 절연막과, 상기 제 2 도핑 영역 상의 상기 제 1 및 제 2 층간 절연막 각각의 일부를 제거하여 콘택 홀들을 형성하는 단계;

상기 비 활성화 영역의 상기 제 2 층간 절연막 상에 제 1 배선과, 상기 콘택 홀들을 통해 상기 제 2 도핑 영역과 상기 소멸 저항들을 연결하는 제 2 배선을 형성하는 단계; 및

상기 기판의 바닥에 하부 전극을 형성하는 단계를 더 포함하는 포토 멀티플라이어의 제조방법.

청구항 9

활성 영역과 비 활성화 영역으로 정의된 기판;

상기 활성 영역의 상기 기판 하부와, 상기 활성 영역의 상부에 형성된 제 1 도핑 영역 및 제 2 도핑 영역을 포함하는 셀 다이오드;

상기 비 활성화 영역 상에 형성된 소자 분리막;

상기 소자 분리막과 상기 제 2 도핑 영역 상에 형성된 제 1 층간 절연막; 및

상기 비 활성화 영역의 상기 제 1 층간 절연막 상에 형성된 소멸 저항을 포함하되,

상기 제 1 도핑 영역은 상기 비 활성화 영역까지 연장된 포토 멀티플라이어.

청구항 10

제 9 항에 있어서,

상기 제 1 도핑 영역은 상기 비 활성화 영역에서 상기 활성 영역보다 깊게 배치된 포토 멀티플라이어.

청구항 11

제 9 항에 있어서,

상기 제 2 도핑 영역은 상기 활성 영역의 상기 기판 상부 표면에서부터 상기 제 1 도핑 영역 보다 얇은 상기 기판의 상부까지 배치된 포토 멀티플라이어.

청구항 12

제 9 항에 있어서,

상기 소자 분리막과 상기 제 1 층간 절연막은 실리콘 산화막을 포함하는 포토 멀티플라이어.

명세서

기술분야

[0001] 본 발명은 반도체 소자 및 그의 제조방법에 관한 것으로서, 보다 구체적으로 포토멀티플라이어 및 그의 제조방법에 관한 것이다.

배경기술

[0002] 반도체 광센서는 미약한 빛을 검출하는 에벌랜치 포토다이오드(avalanche photodiode)를 포함할 수 있다. 에벌랜치 포토다이오드는 전자-정공(electron-hole)을 가속시키는 에벌랜치 증폭(avalanche multiplication)으로 고감도의 빛 검출을 검출할 수 있다. 이러한 에벌랜치 포토다이오드를 근간으로 하여 항복 전압을 초과한 전압 영역에서 작동되며 아주 미약한 입사광까지 검출할 수 있도록 제작된 반도체 포토 멀티플라이어의 연구개발이 활발히 이루어지고 있다.

[0003] 포토 멀티플라이어는 셀 다이오드들과 상기 셀 다이오드들에 직렬로 연결된 소멸 저항들을 포함할 수 있다. 상기 소멸 저항들은 상기 마이크로셀에서 전기적 항복에 의한 순간 전류가 흐를 때, 오옴 전압 강하(ohmic voltage drop)를 유발하여 각 셀 다이오드에 걸리는 전압을 항복 전압 이하로 하강시킴으로써 항복 상태를 해소시키는 역할을 한다.

[0004] 일반적으로 실리콘 재질의 셀 다이오드는 고농도 도핑 층의 벌크 실리콘 층 상에 저농도의 증착(epitaxial) 실

리콘 박막을 포함할 수 있다. 예를 들어, 마이크로셀 다이오드들은 p+/p-/n+, p+/n-/n+, n+/n-/p+, n+/p-/p+ 등의 도핑 구조를 가질 수 있다.

[0005] 이와 같은 단순 구조의 마이크로셀 다이오드들은 가장자리 현상(premature edge breakdown)에 의해 소자가 제대로 작동하지 않게 된다. 일반적인 포토 멀티플라이어는 가장자리 현상을 방지하기 위해 마이크로셀 다이오드들의 가장자리에 형성된 가드 링(guard ring)를 포함할 수 있다.

[0006] 하지만, 종래의 포토 멀티플라이어의 제조방법은 가드링을 형성하기 위한 리소그래피 공정을 요구하기 때문에 생산성을 저하시킬 수 있다. 예를 들어, 실리콘 마이크로셀 다이오드는 마스크 정렬 패턴, 상부 도핑층 패턴 및 가드 패턴을 포함한 약 3번의 리소그래피 공정을 통해 형성될 수 있다.

발명의 내용

해결하려는 과제

[0007] 본 발명이 이루고자 하는 기술적 과제는 실리콘 마이크로셀 다이오드의 제작 공정을 단순화하여 생산성을 극대화할 수 있는 포토 멀티플라이어 및 그의 제조방법을 제공하는 데 있다.

과제의 해결 수단

[0008] 상기 기술적 과제를 달성하기 위하여, 본 발명의 실시예에 따른 포토 멀티플라이어의 제조방법은, 제 1 도전형으로 도핑된 기관의 활성 영역 상에 마스크 막을 형성하는 단계; 상기 제 1 도전형과 반대되는 제 2 도전형 불순물을 상기 기관에 이온주입하여 상기 마스크막 아래의 상기 활성 영역과, 상기 마스크막으로부터 노출된 비활성영역 내에 제 1 도핑 영역을 형성하는 단계; 상기 비 활성 영역 상에 소자 분리막을 형성하는 단계; 상기 마스크막을 제거하는 단계; 및 상기 제 1 도핑 영역보다 높은 농도의 상기 제 2 도전형 불순물을 상기 활성 영역 내의 상기 제 1 도핑 영역 상부에 이온주입하여 상기 제 1 도핑 영역보다 얇은 제 2 도핑 영역을 형성하는 단계를 포함한다.

[0009] 본 발명의 일 실시예에 따르면, 상기 제 1 도핑 영역은 카운터 이온주입공정에 의해 형성될 수 있다. 상기 카운터 이온주입공정은 다중 이온주입 방법을 포함할 수 있다.

[0010] 본 발명의 다른 실시예에 따르면, 상기 제 2 도핑 영역은 상기 소자분리막의 자기 정렬 이온주입공정 또는 자기 정렬 확산공정에 의해 형성될 수 있다.

[0011] 본 발명의 일 실시예에 따르면, 상기 소자 분리막은 로커스 방법으로 형성된 실리콘 산화막을 포함할 수 있다.

[0012] 본 발명의 다른 실시예에 따르면, 상기 마스크 막은 실리콘 질화막을 포함할 수 있다. 상기 실리콘 질화막은 인산, 불산, 또는 브롬산에 의해 제거될 수 있다.

[0013] 본 발명의 일 실시예에 따르면, 상기 제 2 도핑 영역 및 상기 소자 분리막 상에 제 1 층간 절연막을 형성하는 단계; 상기 비 활성 영역의 상 제 1 층간 절연막 상에 소멸 저항을 형성하는 단계; 상기 제 1 층간 절연막 및 상기 소멸 저항 상에 제 2 층간 절연막을 형성하는 단계; 상기 소멸 저항 상의 제 2 층간 절연막과, 상기 제 2 도핑 영역 상의 상기 제 1 및 제 2 층간 절연막 각각의 일부를 제거하여 콘택 홀들을 형성하는 단계; 상기 비 활성 영역의 상기 제 2 층간 절연막 상에 제 1 배선과, 상기 콘택 홀들을 통해 상기 제 2 도핑 영역과 상기 소멸 저항들을 연결하는 제 2 배선을 형성하는 단계; 및 상기 기관의 바닥에 하부 전극을 형성하는 단계를 더 포함할 수 있다.

[0014] 본 발명의 다른 실시예에 따른 포토 멀티플라이어는, 활성 영역과 비 활성 영역으로 정의된 기관; 상기 활성 영역의 상기 기관 하부와, 상기 활성 영역의 상부에 형성된 제 1 도핑 영역 및 제 2 도핑 영역을 포함하는 셀 다이오드; 상기 비 활성 영역 상에 형성된 소자 분리막; 상기 소자 분리막과 상기 제 2 도핑 영역 상에 형성된 제 1 층간 절연막; 및 상기 비 활성 영역의 상기 제 1 층간 절연막 상에 형성된 소멸 저항을 포함한다. 여기서, 상기 제 1 도핑 영역은 상기 비 활성 영역까지 연장될 수 있다.

[0015] 본 발명의 일 실시예에 따르면, 상기 제 1 도핑 영역은 상기 비 활성 영역에서 상기 활성 영역보다 깊게 배치될 수 있다.

[0016] 본 발명의 다른 실시예에 따르면, 상기 제 2 도핑 영역은 상기 활성 영역의 상기 기관 상부 표면에서부터 상기 제 1 도핑 영역 보다 얇은 상기 기관의 상부까지 배치될 수 있다.

[0017] 본 발명의 일 실시예에 따르면, 상기 소자 분리막과 상기 제 1 층간 절연막은 실리콘 산화막을 포함할 수 있다.

발명의 효과

[0018] 상술한 바와 같이, 본 발명의 실시예적 구성에 따르면, 제 1 도전형으로 도핑된 기판의 활성 영역 상에 포토리소그래피 공정으로 마스크 막을 형성한다. 다음, 제 2 도전형 불순물을 상기 기판에 이온주입하여 상기 마스크 막 아래의 상기 활성 영역과, 비 활성영역 내에 제 1 도핑 영역을 형성한다. 마스크 막으로부터 노출된 비 활성 영역 상에 소자 분리막을 형성하고, 마스크막을 제거한다. 소자 분리막으로부터 자기 정렬된 이온주입공정으로 활성 영역에 제 1 도핑 영역보다 얇은 제 2 도핑 영역을 형성한다. 활성 영역의 기판 하부, 제 1 도핑 영역, 및 제 2 도핑 영역을 포함한 셀 다이오드는 1회의 포토리소그래피 공정에 형성될 수 있다. 따라서, 본 발명의 포토 멀티플라이어의 제조방법은 생산성을 극대화할 수 있다.

[0019] 또한, 제 1 도핑 영역은 비 활성 영역에서 공핍 영역의 발생을 억제할 수 있다. 따라서, 본 발명의 포토 멀티플라이어는 활성 영역에서 비 활성 영역까지 연장된 제 1 도핑 영역에 의해 셀 다이오드들의 가장자리 현상을 방지할 수 있다.

도면의 간단한 설명

[0020] 도 1은 본 발명의 실시예에 따른 포토 멀티플라이어의 평면도이다.

도 2는 도 1의 I-I' 선상을 절취하여 나타낸 단면도이다.

도 3 내지 도 13은 본 발명의 포토 멀티플라이어의 제조방법을 순차적으로 나타낸 공정 단면도들이다.

발명을 실시하기 위한 구체적인 내용

[0021] 이하, 첨부된 도면들을 참조하여 본 발명의 바람직한 실시예를 상세히 설명하기로 한다. 본 발명의 이점 및 특징, 그리고 그것들을 달성하는 방법은 첨부되는 도면들과 함께 상세하게 후술되어 있는 실시예를 참조하면 명확해질 것이다. 그러나 본 발명은 여기서 설명되는 실시예에 한정되는 것이 아니라 서로 다른 형태로 구체화될 수도 있다. 오히려, 여기서 소개되는 실시예는 개시된 내용이 철저하고 완전해질 수 있도록 그리고 당업자에게 본 발명의 사상이 충분히 전달될 수 있도록 하기 위해 제공되는 것이며, 본 발명은 청구항의 범주에 의해 정의될 뿐이다. 명세서 전문에 걸쳐 동일 참조 부호는 동일 구성 요소를 지칭한다.

[0022] 본 명세서에서 사용된 용어는 실시예들을 설명하기 위한 것이며 본 발명을 제한하고자 하는 것은 아니다. 본 명세서에서, 단수형은 문구에서 특별히 언급하지 않는 한 복수형도 포함한다. 명세서에서 사용되는 '포함한다(comprises)' 및/또는 '포함하는(comprising)'은 언급된 구성요소, 단계, 동작 및/또는 소자는 하나 이상의 다른 구성요소, 단계, 동작 및/또는 소자의 존재 또는 추가를 배제하지 않는다. 또한, 바람직한 실시예에 따른 것이기 때문에, 설명의 순서에 따라 제시되는 참조 부호는 그 순서에 반드시 한정되지는 않는다.

[0023] 도 1은 본 발명의 실시예에 따른 포토 멀티플라이어의 평면도이다. 도 2는 도 1의 I-I' 선상을 절취하여 나타낸 단면도이다.

[0024] 도 1 및 도 2를 참조하면, 본 발명의 포토 멀티플라이어는, 제 1 배선들(106)과 하부 전극(180) 사이에 직렬로 연결된 셀 다이오드들(101)과, 소멸 저항들(quench resistors, 108)을 포함할 수 있다. 제 1 배선들(106)은 기판(100)의 비 활성 영역(104) 상에서 서로 평행한 방향으로 연장될 수 있다. 하부 전극(180)은 기판(100)의 바닥에 배치될 수 있다. 셀 다이오드들(101)은 내부의 광 여기로부터 생성된 이송 전하(carrier)에 의해 전기적 항복(break down)이 발생하는 평면 다이오드 구조(planar diode structure)를 가질 수 있다.

[0025] 예를 들어, 셀 다이오드들(101)은 활성 영역(102)의 기판(100) 하부와, 제 1 도핑 영역(120)과, 제 2 도핑 영역(140)을 포함할 수 있다. 활성 영역(102)의 기판(100) 하부는 고농도의 제 1 도전형 불순물로 도핑될 수 있다. 제 1 도핑 영역(120)은 저농도의 제 1 도전형 불순물 또는 제 2 도전형 불순물로 도핑될 수 있다. 제 1 도핑 영역(120)은 활성 영역(102)에서 비 활성 영역(104)까지 연장될 수 있다. 즉, 제 1 도핑 영역(120)은 전체 기판(100)의 상부에 배치될 수 있다. 제 1 도핑 영역(120)은 비 활성 영역(104) 내에서 활성 영역(102) 보다 깊게 배치될 수 있다. 비 활성 영역(104) 내의 제 1 도핑 영역(120)은 셀 다이오드들(101)의 가장자리 항복 현상을 방지할 수 있다.

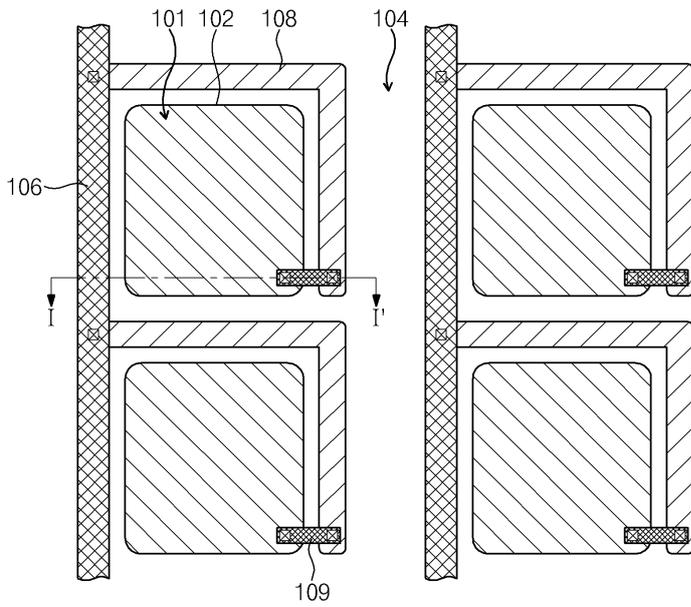
[0026] 제 2 도핑 영역(140)은 고농도의 제 2 도전형 불순물로 도핑될 수 있다. 제 1 도전형 불순물과 제 2 도전형 불순물은 서로 반대되는 도전형을 가질 수 있다. 제 2 도핑 영역(140)은 활성 영역(102)의 기판(100) 상부 표면에

서부터, 제 1 도핑 영역(120)보다 얇은 상기 기관(100) 상부까지 배치될 수 있다. 제 2 도핑 영역(140)은 제 1 도핑 영역(120)보다 높은 고농도의 제 2 도전형 불순물로 도핑될 수 있다. 기관(100)은 실리콘 기관을 포함할 수 있다. 또한, 제 1 도전형 불순물은 p형의 보론 또는 갈륨을 포함할 수 있다. 제 2 도전형 불순물은 n형의 아세닉 또는 인을 포함할 수 있다.

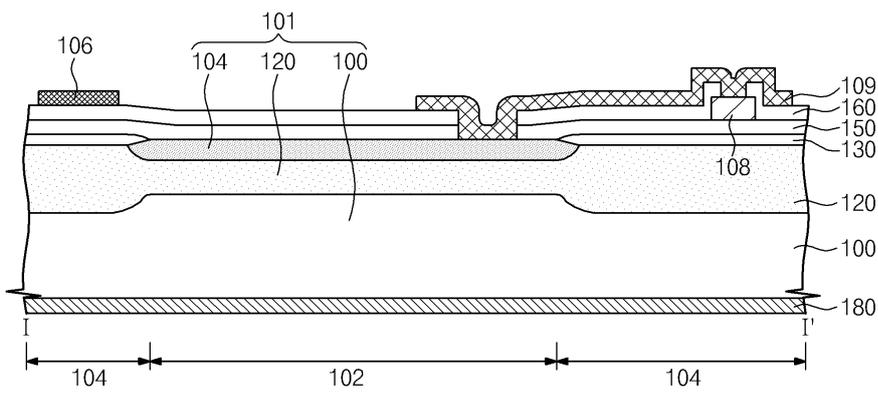
- [0027] 소멸 저항들(108)은 소자 분리막(130)과 제 1 층간 절연막(150) 상에 배치될 수 있다. 소멸 저항들(108)은 셀 다이오드들(101)에서 발생하는 항복 전압에 따른 급격한 전압 강하를 완충시킬 수 있다. 소멸 저항들(108)은 도전형 불순물로 도핑된 폴리 실리콘을 포함할 수 있다. 제 1 및 제 2 층간 절연막(150, 160)은 활성 영역(102)의 제 2 도핑 영역(140)과 소자 분리막(130)을 덮을 수 있다. 제 2 층간 절연막(160)은 소멸 저항들(108)을 덮을 수 있다. 제 2 배선들(109)은 제 1 및 제 2 층간 절연막(150, 160)의 콘택 홀들(도 11의 170)을 통해 셀 다이오드들(101)과, 소멸 저항들(108)을 전기적으로 연결될 수 있다.
- [0028] 제 1 배선들(106)과 하부 전극(180)에 바이어스 전압이 인가되면, 활성 영역(102) 내의 셀 다이오드들(101)의 제 1 도핑 영역(120)에 공핍 영역(미도시)이 유도될 수 있다. 제 1 도핑 영역(120)은 활성 영역(102) 가장자리의 비 활성 영역(104)에서 공핍 영역의 발생을 억제할 수 있다.
- [0029] 따라서, 본 발명의 실시예에 따른 포토 멀티플라이어는 활성 영역(102)에서 비 활성 영역(104)까지 연장된 제 1 도핑 영역(120)에 의해 셀 다이오드들(101)의 가장자리 현상을 방지할 수 있다.
- [0030] 이와 같이 구성된 본 발명의 실시예에 따른 포토 멀티플라이어의 제조방법을 설명하면 다음과 같다.
- [0031] 도 3 내지 도 13은 본 발명의 포토 멀티플라이어의 제조방법을 순차적으로 나타낸 공정 단면도들이다.
- [0032] 도 3을 참조하면, 기관(100)의 활성 영역(102) 상에 마스크 막(110)을 형성한다. 마스크 막(110)은 실리콘 질화막을 포함할 수 있다. 마스크 막(110)은 포토리소그래피 공정에 의해 활성 영역(102) 상에 패터닝될 수 있다. 기관(100)은 마스크 막(110)의 형성 전에 제 1 도전형 불순물에 고농도로 도핑될 수 있다. 예를 들어, 기관(100)은 고농도의 보론(B)으로 도핑된 p형 기관을 포함할 수 있다.
- [0033] 도 4를 참조하면, 활성 영역(102)과 비 활성 영역(104) 내에 제 1 도핑 영역(120)을 형성한다. 제 1 도핑 영역(120)은 제 2 도전형 불순물의 이온주입에 의해 기관(100)보다 낮은 저농도의 제 1 도전형 또는 제 2 도전형을 가질 수 있다. 제 1 도핑 영역(120)의 순 도핑(net doping) 농도는 제 1 도전형 불순물과, 제 2 도전형 불순물의 양에 의해 결정될 수 있다. 제 1 도전형 불순물이 제 2 불순물보다 많으면, 제 1 도핑 영역(120)은 제 1 도전형을 가질 수 있다. 반면에, 제 2 도전형 불순물이 제 1 도전형 불순물보다 많으면, 제 1 도핑 영역(120)은 제 2 도전형을 가질 수 있다. 예를 들어, 제 1 도핑 영역(120)은 저 농도의 p 타입 또는 n 타입으로 형성될 수 있다. 따라서, 제 2 도전형 불순물의 카운터 이온주입 공정에 의해 제 1 도핑 영역(120)의 순 도핑(net doping) 농도가 결정될 수 있다. 카운터 이온주입 공정은 서로 다른 에너지의 다중 이온 주입(multiple implantation)방법을 포함할 수 있다.
- [0034] 제 1 도핑 영역(120)은 활성 영역(102)보다 비 활성 영역(104)의 기관(100) 내에 깊게 형성될 수 있다. 마스크 막(110)은 이온주입 시 활성 영역(102)에서의 제 2 도전형 불순물의 양과 깊이를 조절하는 스크린으로 작용될 수 있다. 활성 영역(102)의 제 1 도핑 영역(120)은 마스크 막(110)의 두께에 반비례하여 증가되는 깊이로 형성될 수 있다. 따라서, 제 1 도핑 영역(120)은 마스크 막(102)에 의해 깊이와 도핑 농도가 조절될 수 있다.
- [0035] 또한, 비 활성 영역(104)에서의 제 1 도핑 영역(120)은 소자의 가장자리 항복 현상을 억제할 수 있다. 이는 활성 영역(102)에서보다 비 활성 영역(104)에서 깊게 형성된 제 1 도핑 영역(120)의 전기장 강도가 약화되기 때문이다.
- [0036] 도 5를 참조하면, 비 활성 영역(104) 상에 소자 분리막(130)을 형성한다. 소자 분리막(130)은 LOCOS(Local Oxidation of Silicon) 방법으로 형성된 실리콘 산화막을 포함할 수 있다. 소자 분리막(130)은 마스크 막(110)으로부터 노출된 비 활성 영역(104) 상에 형성될 수 있다.
- [0037] 도 6을 참조하면, 활성 영역(102) 상의 마스크 막(110)을 제거한다. 마스크 막(110)은 인산, 불산, 또는 브롬산과 같은 산성 용액 또는 가스에 의해 제거될 수 있다.
- [0038] 도 1 및 도 7을 참조하면, 활성 영역(102)의 제 1 도핑 영역(120) 상부에 제 2 도핑 영역(140)을 형성한다. 소자 분리막(130)은 2 도핑 영역(140)의 형성 시에 이온주입마스크로 사용될 수 있다. 제 2 도핑 영역(140)은 소자 분리막(130)의 자기 정렬 이온주입 공정 또는 자기 정렬 확산 공정에 의해 형성될 수 있다.

도면

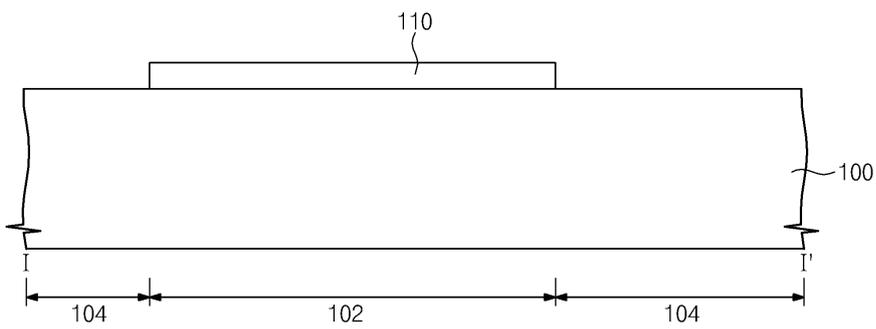
도면1



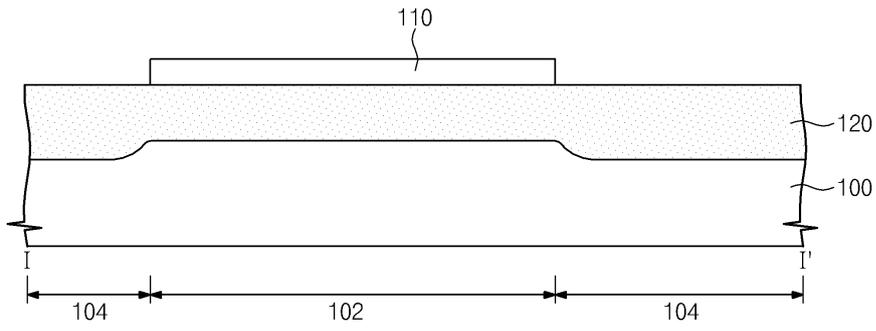
도면2



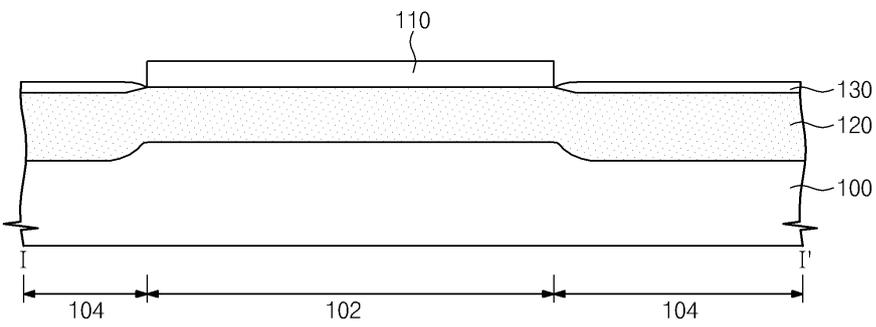
도면3



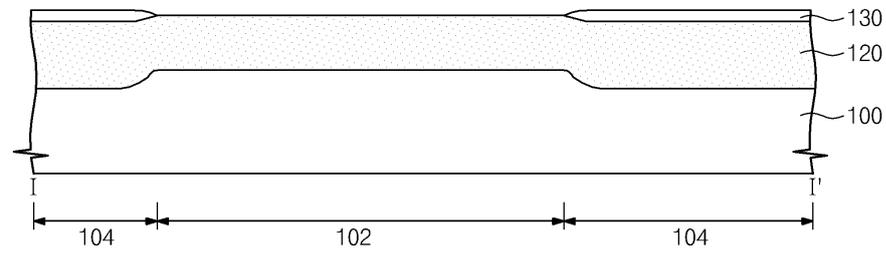
도면4



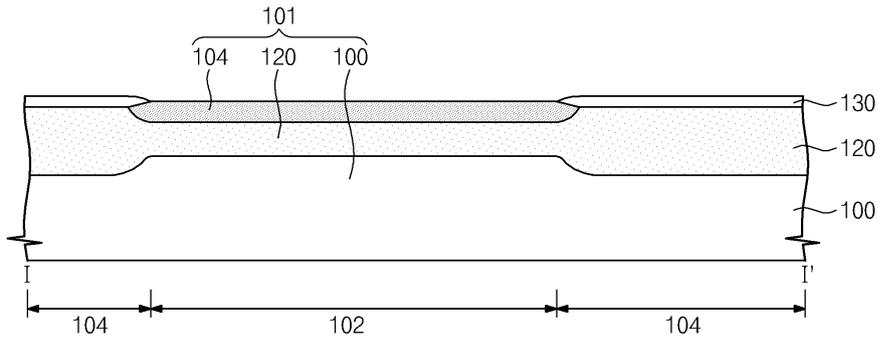
도면5



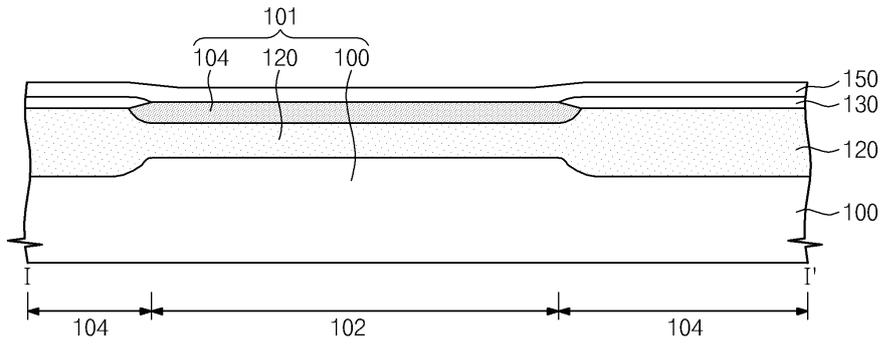
도면6



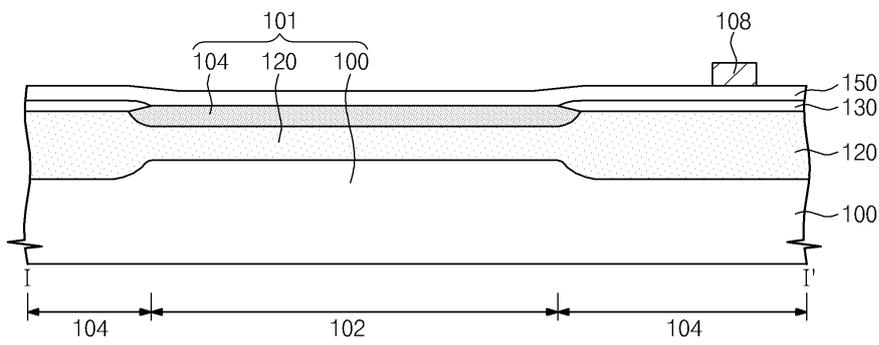
도면7



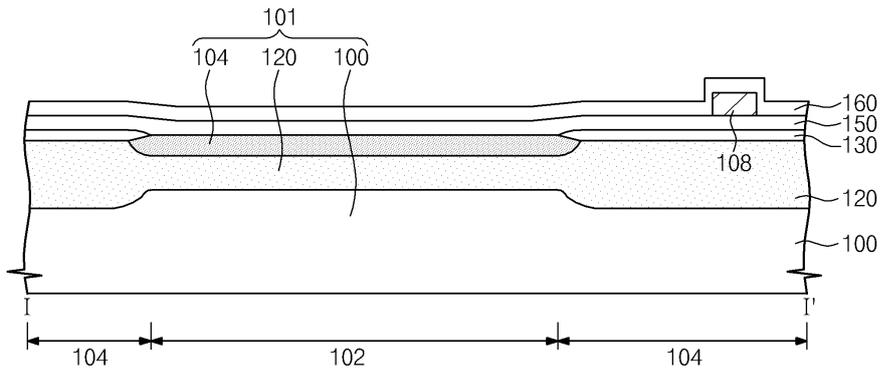
도면8



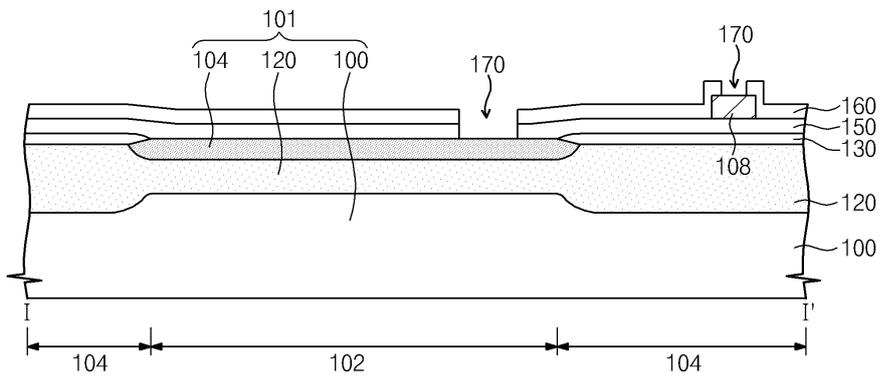
도면9



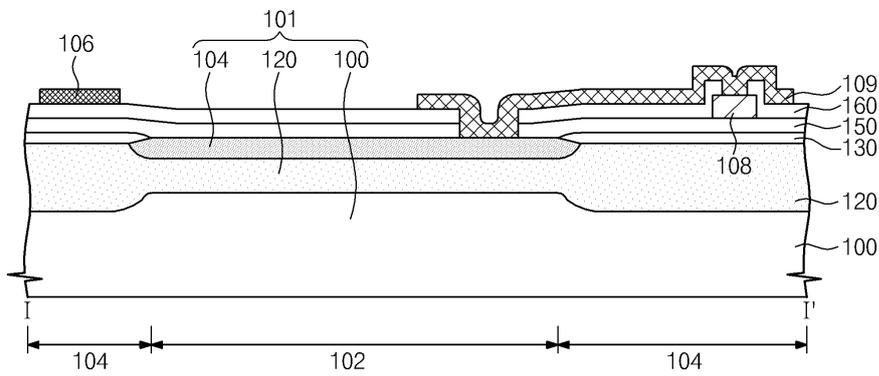
도면10



도면11



도면12



도면13

