



### 청구항 1.

반도체 기관의 표면내에 적어도 하나 이상 형성되어 입사되는 광량에 따른 전하를 생성하는 포토 다이오드들과,  
 상기 포토 다이오드들을 포함하는 반도체 기관의 전면에 표면이 볼록한 라운딩 형태로 형성되는 제 1 평탄화층과,  
 상기 제 1 평탄화층의 표면내에 일정한 간격을 갖고 서로 다른 깊이로 형성되는 제 1, 제 2 트렌치와,  
 상기 제 1, 제 2 트렌치 중 깊은 트렌치내에 형성되는 청색 칼라 필터층과,  
 상기 청색 칼라 필터층이 형성되지 않은 트렌치내에 형성되는 녹색 칼라 필터층과,  
 상기 청색 칼라 필터층 및 녹색 칼라 필터층을 제외한 상기 제 1 평탄화층상에 형성되는 적색 칼라 필터층과,  
 상기 각 칼라 필터층을 포함한 반도체 기관의 전면에 형성되는 제 2 평탄화층과,  
 상기 제 2 평탄화층상에 상기 각 포토다이오드와 대응되게 형성되는 마이크로렌즈를 포함하여 구성됨을 특징으로 하는 씨모스 이미지 센서.

### 청구항 2.

제 1 항에 있어서, 상기 각 칼라 필터층은 동일 높이로 형성됨을 특징으로 하는 씨모스 이미지 센서.

### 청구항 3.

제 1 항에 있어서, 상기 제 2 평탄화층은 상기 제 1 평탄화층과 같이 볼록한 라운딩 형태를 갖는 것을 특징으로 하는 씨모스 이미지 센서.

### 청구항 4.

복수개의 포토 다이오드들이 형성된 기관상에 제 1 평탄화층을 형성하는 단계;

상기 제 1 평탄화층의 표면을 볼록한 라운딩 형태로 형성하는 단계;

상기 라운딩 형태의 제 1 평탄화층의 소정영역에 표면으로부터 소정깊이를 갖는 제 1 트렌치를 형성하는 단계;

상기 제 1 트렌치와 일정한 간격을 갖고 상기 제 1 평탄화층을 표면내에 상기 제 1 트렌치보다 얇은 깊이로 제 2 트렌치를 형성하는 단계;

상기 제 1 트렌치내에 청색 칼라필터층을 형성하는 단계;

상기 제 2 트렌치내에 녹색 칼라필터층을 형성하는 단계;

상기 제 1, 제 2 트렌치를 제외한 제 1 평탄화층상에 적색 칼라필터층을 형성하는 단계;

상기 각 칼라필터층을 포함한 반도체 기관의 전면에 제 2 평탄화층을 형성하는 단계;

상기 제 2 평탄화층상에 상기 각 포토다이오드와 대응되게 마이크로렌즈를 형성하는 단계를 포함하여 형성함을 특징으로 하는 씨모스 이미지 센서의 제조방법.

## 청구항 5.

제 4 항에 있어서, 상기 제 1 평탄화층을 불록한 라운딩 형태로 형성하는 단계는 제 1 평탄화층상에 감광막을 도포한 후 선택적으로 패터닝하고, 상기 패터닝된 감광막을 리플로우하여 표면을 불록한 라운딩 형태로 형성한 후 감광막과 제 1 평탄화층을 1:1식각 선택비로 전면 식각하여 형성하는 것을 특징으로 하는 씨모스 이미지 센서의 제조방법.

### 명세서

## 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 불록형 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.

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

도 1은 종래 기술의 씨모스 이미지 센서를 나타낸 단면도이다.

종래 기술의 씨모스 이미지 센서는 도 1에서와 같이, 반도체 기판(11)의 표면내에 적어도 하나 이상 형성되어 입사되는 광량에 따른 전하를 생성하는 포토 다이오드(12)들과, 상기 포토 다이오드(12)들을 포함하는 반도체 기판(11)의 전면에 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 불록 형태로 구성되어 대응하는 칼라 필터층(14)을 투과하여 포토 다이오드(12)로 빛을 집속하는 마이크로렌즈(16)를 포함하여 구성된다.

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 파장에 따라 각각의 칼라 필터층(14)을 통하여 포토 다이오드(12)에 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(12)에 입사된다.

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

그러나 이와 같은 종래 기술의 CMOS 이미지 센서에 있어서 다음과 같은 문제가 있다.

즉, 칼라 필터층(14)들은 필터 종류마다 두께를 다르게 쌓기 때문에 단차가 많이 발생한다. 이를 보완하기 위해 칼라 필터층(14)을 형성한 후 전면에 제 2 평탄화층(15)을 칼라 필터 두께의 절반 이상으로 형성하고 있다.

이때 빛은 상기 칼라 필터층(14)을 지나가 전인 제 2 평탄화층(15)에서 자연광으로 존재하는데 이는 칼라 필터층(14)들 사이로 침투해서 포토다이오드(12)에까지 이르게 돼서 잡음을 만들 수 있는 주요인이 된다.

### 발명이 이루고자 하는 기술적 과제

본 발명은 상기와 같은 종래의 문제를 해결하기 위한 것으로, 실상(實像)의 영역을 확대함으로써 자연광의 침투로 인해 발생하는 잡음을 방지하여 이미지 센서의 감도를 향상시키도록 한 씨모스 이미지 센서 및 그 제조방법을 제공하는데 그 목적이 있다.

### 발명의 구성

상기와 같은 목적을 달성하기 위한 본 발명에 따른 씨모스 이미지 센서는 반도체 기판의 표면내에 적어도 하나 이상 형성되어 입사되는 광량에 따른 전하를 생성하는 포토 다이오드들과, 상기 포토 다이오드들을 포함하는 반도체 기판의 전면에 표면이 볼록한 라운딩 형태로 형성되는 제 1 평탄화층과, 상기 제 1 평탄화층의 표면내에 일정한 간격을 갖고 서로 다른 깊이로 형성되는 제 1, 제 2 트렌치와, 상기 제 1, 제 2 트렌치 중 깊은 트렌치내에 형성되는 청색 칼라 필터층과, 상기 청색 칼라 필터층이 형성되지 않은 트렌치내에 형성되는 녹색 칼라 필터층과, 상기 청색 칼라 필터층 및 녹색 칼라 필터층을 제외한 상기 제 1 평탄화층상에 형성되는 적색 칼라 필터층과, 상기 각 칼라 필터층을 포함한 반도체 기판의 전면에 형성되는 제 2 평탄화층과, 상기 제 2 평탄화층상에 상기 각 포토다이오드와 대응되게 형성되는 마이크로렌즈를 포함하여 구성됨을 특징으로 한다.

또한, 상기와 같은 목적을 달성하기 위한 본 발명에 의한 씨모스 이미지 센서의 제조방법은 복수개의 포토 다이오드들이 형성된 기판상에 제 1 평탄화층을 형성하는 단계와, 상기 제 1 평탄화층의 표면을 볼록한 라운딩 형태로 형성하는 단계와, 상기 라운딩 형태의 제 1 평탄화층의 소정영역에 표면으로부터 소정깊이를 갖는 제 1 트렌치를 형성하는 단계와, 상기 제 1 트렌치와 일정한 간격을 갖고 상기 제 1 평탄화층을 표면내에 상기 제 1 트렌치보다 얇은 깊이로 제 2 트렌치를 형성하는 단계와, 상기 제 1 트렌치내에 청색 칼라필터층을 형성하는 단계와, 상기 제 2 트렌치내에 녹색 칼라필터층을 형성하는 단계와, 상기 제 1, 제 2 트렌치를 제외한 제 1 평탄화층상에 적색 칼라필터층을 형성하는 단계와, 상기 각 칼라필터층을 포함한 반도체 기판의 전면에 제 2 평탄화층을 형성하는 단계와, 상기 제 2 평탄화층상에 상기 각 포토다이오드와 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, 반도체 기판(101)의 표면내에 적어도 하나 이상 형성되어 입사되는 광량에 따른 전하를 생성하는 포토 다이오드(102)들과, 상기 포토 다이오드(102)들을 포함하는 반도체 기판(101)의 전면에 표면이 불록한 라운딩 형태로 형성되는 제 1 평탄화층(103)과, 상기 라운딩 형태를 갖는 제 1 평탄화층(103)의 표면내에 소정깊이로 형성되는 제 1 트렌치(104)와, 상기 제 1 트렌치(104)와 일정한 간격을 갖고 상기 제 1 평탄화층(103)의 표면내에 상기 제 1 트렌치(104)보다 얇은 깊이로 형성되는 제 2 트렌치(105)와, 상기 제 1 트렌치(104)내에 형성되는 청색(B) 칼라 필터층(106)과, 상기 제 2 트렌치(105)내에 형성되는 녹색(B) 칼라 필터층(107)과, 상기 청색 칼라 필터층(106) 및 녹색 칼라 필터층(107) 사이의 제 1 평탄화층(103)상에 형성되는 적색(R) 칼라 필터층(108)과, 상기 각 칼라 필터층(106,107,108)을 포함한 반도체 기판(101)의 전면에 형성되는 제 2 평탄화층(109)과, 상기 제 2 평탄화층(109)상에 각 칼라필터층(106,107,108)과 대응되게 형성되는 마이크로렌즈(110)를 포함하여 구성된다.

여기서, 상기 제 1, 제 2 트렌치(104,105)에 의해 상기 청색 칼라 필터층(106) 및 녹색 칼라 필터층(107) 그리고 적색 칼라 필터층(108)의 표면 높이는 동일하게 형성되기 때문에 상기 제 2 평탄화층(109)의 두께를 종래 보다 얇게 형성할 수가 있다.

또한, 본 발명의 실시예에서는 상기 제 2 평탄화층(109)을 형성하고 있지만, 상기 각 칼라 필터층(106,107,108)이 동일 높이로 평탄하게 형성되어 있기 때문에 제 2 평탄화층(109)을 생략할 수도 있다.

한편, 상기 제 1 평탄화층(103)의 표면이 불록한 라운딩 형태를 갖고 형성되기 때문에 그 위에 형성되는 각 칼라 필터층(106,107,108) 및 제 2 평탄화층(109)도 제 1 평탄화층(103)의 형태를 따라 라운딩 형태를 갖게 된다.

따라서 상기 제 2 평탄화층(109)상에 형성되는 마이크로렌즈(110)의 배열을 라운딩 즉 곡면 형태에서 형성함으로써 종래의 평면보다 실상 영역의 면적을 넓힐 수가 있다.

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

도 3a에 도시한 바와 같이, 반도체 기판(101)의 표면내에 적어도 하나 이상으로 입사되는 광량에 따른 전하를 생성하는 포토 다이오드(102)를 형성하고, 상기 포토 다이오드(102)를 포함한 반도체 기판(101)의 전면에 층간 절연층(도시되지 않음) 및 제 1 평탄화층(103)을 차례로 형성한다.

여기서, 상기 층간 절연층은 다층으로 형성될 수도 있고, 도시되지 않았지만, 하나의 층간 절연층 형성후에 포토 다이오드(102) 이외의 부분으로 빛이 입사되는 것을 막기 위한 차광층을 형성 한 후에 다시 층간 절연층이 형성된다.

한편, 상기 층간 절연층은 USG(Undoped Silicate Glass)과 같은 옥사이드를 사용한다.

또한, 상기 제 1 평탄화층(103)은 SiN막으로 이루어져 있다.

도 3b에 도시한 바와 같이, 상기 제 1 평탄화층(103)상에 감광막(도시되지 않음)을 도포한 후, 노광 및 현상 공정으로 픽셀 어레이 영역에만 남도록 선택적으로 패터닝한다.

이어, 상기 패터닝된 감광막을 소정 온도(약 150 ~ 200℃)에서 리플로우하여 표면이 불록하게 라운딩을 갖도록 한다.

그리고 상기 불록하게 라운딩된 감광막 및 제 1 평탄화층(103)을 1:1 식각 선택비를 갖도록 전면 식각하여 상기 제 1 평탄화층(103)의 표면을 불록한 라운딩 형태로 형성한다.

여기서, 상기 제 1 평탄화층(103)의 중앙 부분에서 에지 부분으로 갈수록 그 두께가 얇아지게 된다.

도 3c에 도시한 바와 같이, 상기 불록하게 라운딩 형태를 갖는 제 1 평탄화층(103)에 포토 및 식각 공정을 이용하여 상기 제 1 평탄화층(103)의 소정 부분을 선택적으로 제거하여 표면으로부터 소정깊이를 갖는 제 1 트렌치(104)를 형성한다.

여기서, 상기 제 1 트렌치(104)는 이후에 청색 칼라필터가 형성될 영역이다.

도 3d에 도시한 바와 같이, 포토 및 식각 공정을 통해 상기 제 1 트렌치(104)와 일정한 간격을 갖도록 상기 제 1 평탄화층(103)의 소정부분을 선택적으로 제거하여 상기 제 1 트렌치(104)보다 얇은 깊이로 제 2 트렌치(105)를 형성한다.

여기서, 상기 제 2 트렌치(105)는 이후에 녹색 칼라필터가 형성될 영역이다.

도 3e에 도시한 바와 같이, 상기 제 1, 제 2 트렌치(104,105)를 포함한 전면에 청색 필터용 레지스트를 도포한 후, 노광 및 현상하여 상기 제 1 트렌치(104)의 내부에 청색 칼라필터층(106)을 형성한다.

여기서, 상기 청색 칼라필터층(106)을 형성할 때는 사용된 레티클(reticle)은 상기 제 1 트렌치(104)를 형성할 때 사용된 레티클을 그대로 사용한다.

이어서, 녹색용 레지스트를 도포한 후, 노광 및 현상하여 제 2 트렌치(105)내에 녹색 칼라 필터층(107)을 형성한다.

여기서, 상기 녹색 칼라필터층(107)을 형성할 때는 사용된 레티클(reticle)은 상기 제 2 트렌치(105)를 형성할 때 사용된 레티클을 그대로 사용한다.

그리고 적색용 레지스트를 도포한 후, 노광 및 현상 공정을 진행하여 청색 칼라필터층(106)과 녹색 칼라필터층(107) 사이의 제 1 평탄화층(103)상에 적색 칼라필터층(108)을 형성한다.

한편, 본 발명의 실시예에서는 청색 칼라필터층(106), 녹색 칼라필터층(107), 적색 칼라필터층(108)의 순서로 형성하고 있지만, 이에 한정하지 않고 각 칼라필터층의 형성 순서를 임의로 조정할 수도 있다.

도 3f에 도시한 바와 같이, 상기 각 칼라필터층(106,107,108)을 포함한 반도체 기판(101)의 전면에 초점 거리 조절 및 렌즈층을 형성하기 위한 평탄도 확보 등을 위하여 제 2 평탄화층(109)을 형성한다.

한편, 본 발명의 실시예는 상기 제 2 평탄화층(109)의 두께를 감소시켜 마이크로렌즈를 통과한 자연광이 바로 칼라 필터층으로 들어갈 수 있도록 형성하기 위해 칼라 필터층을 형성하기 전에 다른 칼라 필터들에 비해 두꺼운 필터들은 미리 제 1 평탄화층(103)의 표면내에 트렌치를 형성한 후 각 칼라 필터층을 형성하고 있다.

또한, 상기 제 1 평탄화층(103)의 표면이 볼록한 라운딩 형태를 갖고 형성되어 있기 때문에 그 위에 형성되는 칼라 필터층(106,107,108) 및 제 2 평탄화층(209)도 볼록한 라운딩 형태를 갖게 된다.

이어, 상기 볼록한 라운딩 형태를 갖는 제 2 평탄화층(109)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 150 ~ 300℃의 온도에서 리플로우시키어 마이크로렌즈(110)를 형성한다.

여기서, 상기 리플로우 공정은 핫 플레이트(hot plate)를 이용하거나 퍼니스(furnace)를 이용할 수 있다. 이때 수축 가열하는 방법에 따라 마이크로렌즈(110)의 곡률이 달라지는데 이 곡률에 따라서 집속 효율도 달라지게 된다.

이어, 상기 마이크로렌즈(110)에 자외선을 조사하여 경화한다. 여기서, 상기 마이크로렌즈(110)에 자외선을 조사하여 경화함으로써 상기 마이크로렌즈(110)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, 칼라 필터층을 형성하기 전에 다른 칼라 필터들에 비해 두꺼운 필터들은 미리 제 1 평탄화층의 표면내에 트렌치를 형성한 후 각 칼라 필터층을 형성함으로써 제 2 평탄화층의 두께를 감소시켜 마이크로렌즈를 통과한 자연광이 바로 칼라 필터층으로 들어갈 수 있도록 하여 이미지 센서의 감도를 향상시킬 수 있다.

둘째, 제 1 평탄화층의 표면을 볼록한 라운딩 형태의 구면(球面)으로 형성함으로써 그 위에 형성되는 제 2 평탄화층도 라운딩 형태를 갖도록 한 상태에서 마이크로렌즈를 형성하여 실상 영역을 넓혀 집광 능력을 향상시킬 수 있다.

### 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 3f는 본 발명에 의한 씨모스 이미지 센서의 제조방법을 나타낸 공정단면도

도면의 주요 부분에 대한 부호의 설명

101 : 반도체 기판 102 : 포토다이오드

103 : 제 1 평탄화층 104 : 제 1 트렌치

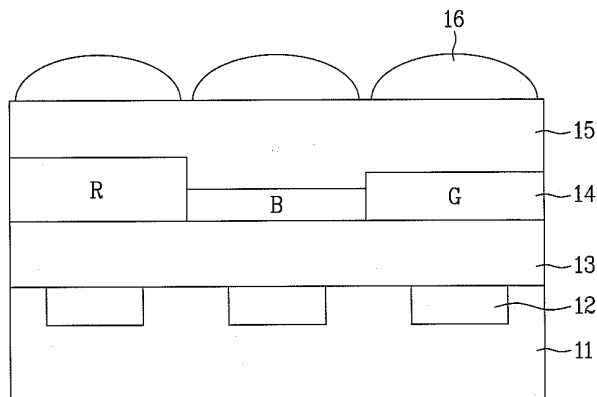
105 : 제 2 트렌치 106 : 청색 칼라필터층

107 : 녹색 칼라필터층 108 : 적색 칼라필터층

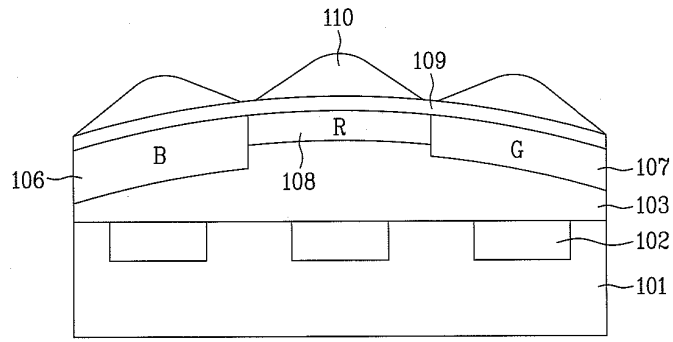
109 : 제 2 평탄화층 110 : 마이크로렌즈

### 도면

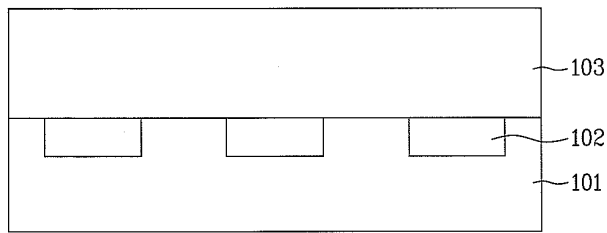
도면1



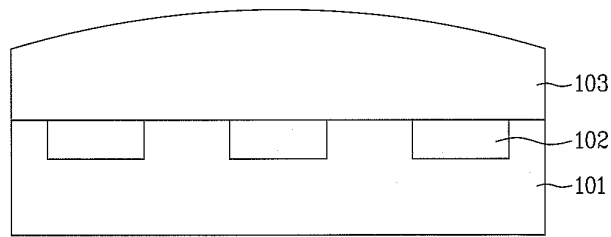
도면2



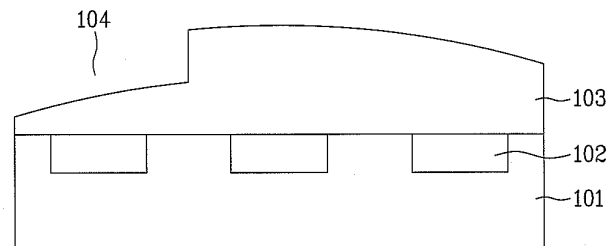
도면3a



도면3b

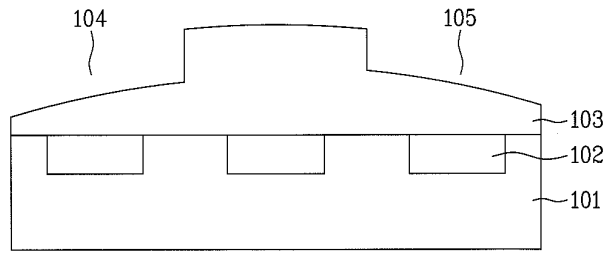


도면3c

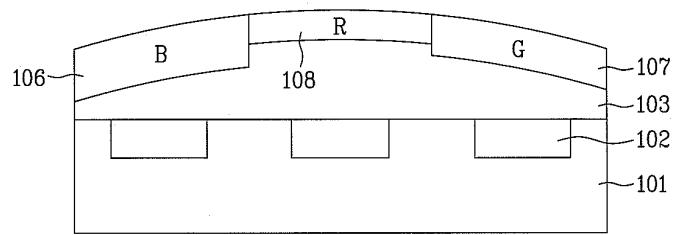




도면3d



도면3e



도면3f

