

청구항 1.

삭제

청구항 2.

삭제

청구항 3.

포토 다이오드와 각종 트랜지스터들이 형성된 반도체 기관의 전면에 층간 절연막을 형성하는 단계;

상기 층간 절연막상에 일정한 간격을 갖도록 제 1, 제 2, 제 3 칼라 필터층을 형성하는 단계;

상기 제 1 내지 제 3 칼라 필터층에 각각 대응되게 서로 다른 단차를 갖는 제 1 내지 제 3 마이크로렌즈 패턴을 형성하는 단계;

상기 제 1 내지 제 3 마이크로렌즈 패턴을 리플로우하여 곡률이 다른 제 1 내지 제 3 마이크로렌즈를 형성하는 단계를 포함하여 형성함을 특징으로 하는 씨모스 이미지 센서의 제조방법.

청구항 4.

제 3 항에 있어서, 상기 제 1 내지 제 3 마이크로렌즈 패턴은

상기 제 1 내지 제 3 칼라 필터층을 포함한 반도체 기관의 전면에서 마이크로렌즈용 레지스트층을 도포하는 단계;

상기 레지스트층을 선택적으로 1차 노광 및 현상하여 제 1 내지 제 3 마이크로렌즈 패턴을 형성하는 단계;

상기 제 1 마이크로렌즈 패턴과 제 3 마이크로렌즈 패턴의 안쪽 부분에 상기 1차 노광보다 작은 에너지로 2차 노광 및 현상하여 단차를 형성하는 단계로 이루어짐을 특징으로 하는 씨모스 이미지 센서의 제조방법.

청구항 5.

제 3 항에 있어서, 상기 제 2 마이크로렌즈 패턴은 일정한 단차를 갖도록 형성하는 것을 특징으로 하는 씨모스 이미지 센서의 제조방법.

청구항 6.

제 3 항에 있어서, 상기 제 2 마이크로렌즈는 일정한 곡률을 갖도록 형성하는 것을 특징으로 하는 씨모스 이미지 센서의 제조방법.

청구항 7.

제 3 항에 있어서, 상기 제 2 마이크로렌즈의 일측에 제 1 마이크로렌즈를 형성하고 타측에 제 3 마이크로렌즈를 형성하는 것을 특징으로 하는 씨모스 이미지 센서의 제조방법.

청구항 8.

제 3 항에 있어서, 상기 제 1 내지 제 3 마이크로렌즈에 레이저를 조사하여 경화하는 단계를 더 포함하여 형성함을 특징으로 하는 씨모스 이미지 센서의 제조방법.

명세서

발명의 상세한 설명

발명의 목적

발명이 속하는 기술 및 그 분야의 종래기술

본 발명은 이미지 센서 및 그 제조방법에 관한 것으로, 특히 이미지 센서의 수광 능력을 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.

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

이러한, 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 집광시켜 주는 기술이 사용된다.

상기 집광 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 조사 하는 방법이다.

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

도 1은 일반적인 이미지 센서 어플리케이션의 구성도이고, 도 2는 다수의 픽셀 어레이가 형성된 상태를 나타낸 평면도이다.

도 1에서와 같이, 이미지 센서 어레이(image sensor array)(10)와, 상기 이미지 센서 어레이(10) 상부에 형성되는 다수의 마이크로렌즈(20)와, 상기 마이크로렌즈(20)에 광을 집광시켜 입사시키는 집광 렌즈(30)로 이루어져 있다.

한편, 실질적으로 각종 이미지 센서는 도 1에서와 같이, 사용되는데 이때 도 2와 같이 픽셀 어레이 센터(pixel array center)(A)를 중심으로 X, Y축으로 멀어질수록 입사각이 커지며, 그 각은 최대 20 ~ 30°정도이다.

이하, 첨부된 도면을 참고하여 종래 기술에 의한 씨모스 이미지 센서를 설명하면 다음과 같다.

도 3은 도 2의 IV-IV'선에 따른 종래 기술에 의한 씨모스 이미지 센서를 나타낸 단면도이다.

도 3에 도시한 바와 같이, 반도체 기판(11)에 적어도 하나 이상 형성되어 입사되는 광량에 따른 전하를 생성하는 포토 다이오드(12)와, 상기 포토 다이오드(12)를 포함한 반도체 기판(11)의 전면에 형성되는 층간 절연막(13)과, 상기 층간 절연막(13)상에 형성되어 각각 특성의 파장대의 빛을 통과시키는 R,G,B의 칼라 필터층(14)과, 상기 칼라 필터층(14)을 포함한 반도체 기판(11)의 전면에 형성되는 평탄화층(15)과, 상기 평탄화층(15)상에 일정 곡률을 갖는 볼록 형태로 구성되어 대응하는 각 칼라 필터층(14)을 투과하여 포토 다이오드(12)로 빛을 집광하는 다수의 마이크로렌즈(16)로 구성된다.

여기서 도면에 도시하지 않았지만, 상기 층간 절연막(13)내에는 포토 다이오드 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 칼라 필터층(14)은 R(red), G(green), B(blue)의 칼라 필터로 구성되며, 상기 각 칼라 필터는 해당 감광성 물질을 도포하고 별도의 마스크를 이용한 사진 식각 공정으로 형성된다.

또한, 상기 마이크로렌즈(16)는 집속된 빛의 초점 등의 여러 가지를 고려하여 곡률 및 형성 높이 등이 결정되는데, 감광성 레지스트가 주로 사용되고, 증착 및 패터닝 그리고 리플로우 등의 공정으로 형성된다.

상기와 같이 구성된 종래 기술에 의한 씨모스 이미지 센서에서 마이크로렌즈(16)는 좌측 틸트 입사광의 경우 ①의 빛은 틸트된 입사광 때문에 자기 픽셀의 포토다이오드(12)에 유도되지 못하고, ②의 빛은 자기 픽셀의 포토다이오드에 입사되고 있다.

또한, 우측 틸트 입사광의 경우 ③의 빛은 자기 픽셀의 포토다이오드에 입사되고 있지만, ④의 빛은 틸트된 입사광 때문에 자기 픽셀의 포토다이오드에 유도되지 못하고 있다.

발명이 이루고자 하는 기술적 과제

그러나 상기와 같은 종래 기술에 의한 씨모스 이미지 센서에 있어서 다음과 같은 문제점이 있었다.

즉, 도 3의 ①, ② 및 ③, ④와 같이 전(全) 픽셀 어레이에서 일정 곡률을 갖고 균일한 형태로 형성된 마이크로렌즈는 픽셀 어레이 중 좌측 또는 우측에서 틸트(tilt)된 입사광에 대해서는 포토다이오드로 유도하지 못하는 영역이 생긴다.

즉, 센서 어레이 센터 영역이 가장 감도(sensitivity)가 높고 어레이 에지(edge)쪽으로 갈수록 감도가 작아져 렌즈 음영(lens shading) 현상이 발생하여 양호한 이미지 특성(image quality)을 재현할 수가 없다.

본 발명은 상기와 같은 문제점을 해결하기 위해 안출한 것으로 센서 어레이 위치별도 입사각의 차이에 따라 최적의 마이크로렌즈를 형성함으로써 이미지 센서 어레이 부위별로 균일한 감도를 얻어 이미지 특성(quality)을 향상시키도록 한 씨모스 이미지 센서 및 그 제조방법을 제공하는데 그 목적이 있다.

발명의 구성

상기와 같은 목적을 달성하기 위한 본 발명에 의한 씨모스 이미지 센서는 포토 다이오드와 각종 트랜지스터들이 형성된 반도체 기판과, 상기 반도체 기판의 전면에 형성된 층간 절연막과, 상기 층간 절연막상에 일정한 간격을 갖고 형성된 제 1 내지 제 3 칼라 필터층과, 상기 제 1 칼라 필터층상에 안쪽보다 바깥쪽이 더 돌출되어 불균일한 곡률을 갖고 제 1 마이크로렌즈와, 상기 제 2 칼라 필터층상에 일정한 곡률을 갖고 형성된 제 2 마이크로렌즈와, 상기 제 3 칼라 필터층상에 안쪽보다 바깥쪽이 더 돌출되어 불균일한 곡률을 갖고 형성된 제 3 마이크로렌즈를 포함하여 구성됨을 특징으로 한다.

또한, 상기와 같은 목적을 달성하기 위한 본 발명에 의한 씨모스 이미지 센서의 제조방법은 포토 다이오드와 각종 트랜지스터들이 형성된 반도체 기판의 전면에 층간 절연막을 형성하는 단계와, 상기 층간 절연막상에 일정한 간격을 갖도록 제 1, 제 2, 제 3 칼라 필터층을 형성하는 단계와, 상기 제 1 내지 제 3 칼라 필터층에 각각 대응되게 서로 다른 단차를 갖는 제 1 내지 제 3 마이크로렌즈 패턴을 형성하는 단계와, 상기 제 1 내지 제 3 마이크로렌즈 패턴을 리플로우하여 곡률이 다른 제 1 내지 제 3 마이크로렌즈를 형성하는 단계를 포함하여 형성함을 특징으로 한다.

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

도 4는 본 발명에 의한 씨모스 이미지 센서를 나타낸 단면도이다.

도 4에 도시한 바와 같이, 씨모스 이미지 센서의 단위 픽셀을 구성하는 포토 다이오드(102)와 각종 트랜지스터(도시되지 않음)들이 형성된 반도체 기판(101)과, 상기 반도체 기판(101)의 전면에 형성된 층간 절연막(103)과, 상기 층간 절연막(103)상에 일정한 간격을 갖고 형성된 제 1 내지 제 3 칼라 필터층(104,105,106)과, 상기 제 1 내지 제 3 칼라 필터층

(104,105,106)을 포함한 반도체 기판(101)의 전면에 형성되는 평탄화층(107)과, 상기 제 1 칼라 필터층(104)과 대응되고 안쪽보다 바깥쪽이 더 돌출되어 불균일한 곡률을 갖고 상기 평탄화층(107)상에 형성된 제 1 마이크로렌즈(108)와, 상기 제 2 칼라 필터층(104)과 대응되고 일정한 곡률을 갖고 상기 평탄화층(107)상에 형성되는 제 2 마이크로렌즈(109)와, 상기 제 3 칼라 필터층(106)과 대응되고 안쪽보다 바깥쪽이 더 돌출되어 불균일한 곡률을 갖고 상기 평탄화층(107)상에 형성된 제 3 마이크로렌즈(110)를 포함하여 구성되어 있다.

즉, 본 발명은 도 2와 같이 복수개의 픽셀 어레이를 이루어진 씨모스 이미지 센서에서, 중앙 부분에 형성되는 마이크로렌즈와 상기 마이크로렌즈의 좌측과 우측에 형성되는 마이크로렌즈를 서로 다른 곡률을 갖도록 구성 즉, 중앙 부분의 기준으로 좌측과 우측에 형성된 마이크로렌즈를 바깥쪽으로 갈수록 안쪽보다 더 돌출되게 볼록한 형상으로 구성한다.

도 5a 내지 도 5c는 도 4의 씨모스 이미지 센서에서 각 마이크로렌즈를 통해 포토다이오드를 입사하는 광의 경로를 나타낸 도면이다.

도 5a에서와 같이, 바깥쪽이 안쪽보다 더 돌출되어 불균일한 곡률을 갖는 제 1 마이크로렌즈(108)를 통해 좌측에서 틸티된 입사광(①②③)은 돌출된 부분에서 꺾이어 해당 포토다이오드(102)에 조사된다.

또한, 도 5b에서와 같이, 중앙 부분의 제 2 마이크로렌즈(109)는 종래와 같이 균일한 곡률을 갖고 형성되어 해당 포토다이오드(102)에 입사광(④⑤⑥)이 조사된다.

그리고 도 5c에서와 같이, 바깥쪽이 안쪽보다 더 돌출되어 불균일한 곡률을 갖는 제 3 마이크로렌즈(108)를 통해 우측에서 틸티된 입사광(⑦⑧⑨)은 돌출된 부분에서 꺾이어 해당 포토다이오드(102)에 조사된다.

한편, 도 5a 내지 도 5c에서는 점선으로 나타낸 도면은 종래의 마이크로렌즈를 형태를 나타낸 것으로서, 본 발명에서는 중앙 부분을 기준으로 좌측과 우측에 형성되는 제 1 마이크로렌즈(108)와 제 3 마이크로렌즈(110)의 바깥쪽이 안쪽 부분보다 더 돌출되도록 구성되어 있음을 알 수 있다.

도 6a 내지 도 6d는 본 발명에 의한 씨모스 이미지 센서의 제조방법을 나타낸 공정단면도이다.

도 6a에 도시한 바와 같이, 반도체 기판(101)에 씨모스 이미지 센서의 단위 픽셀을 구성하는 포토다이오드(102)와 각종 트랜지스터(도시되지 않음)들을 형성한다.

이어, 상기 포토다이오드(102)를 포함한 반도체 기판(100)의 전면에 층간 절연막(103)을 형성한다.

여기서, 상기 층간 절연막(103)은 다층으로 형성될 수도 있고, 도시되지 않았지만, 하나의 층간 절연막을 형성한 후에 상기 포토다이오드(102)로 빛이 입사되는 것을 막기 위한 차광층을 형성 한 후에 다시 층간 절연막을 형성할 수도 있다.

한편, 상기 층간 절연막(103)은 USG(Undoped Silicate Glass)과 같은 옥사이드를 사용한다.

이어, 상기 층간 절연막(103)상에 감광성 물질을 도포한 후, 포토 및 노광 공정을 통해 상기 감광성 물질을 선택적으로 패터닝하여 일정한 간격을 갖는 제 1 내지 제 3 칼라 필터층(104,105,106)을 형성한다.

여기서, 상기 각 칼라 필터층(104,105,106)은 가염성 레지스트를 사용하여 도포한 후, 노광 및 현상 공정을 진행하여 각각의 파장대별로 빛을 필터링하는 칼라 필터층들을 형성한다.

또한, 상기 각 칼라 필터층(104,105,106)은 1 ~ 5 μ m의 두께를 갖도록 해당 감광성 물질을 도포하고 별도의 마스크를 사용한 사진 식각 공정으로 패터닝하여 각각의 파장대별로 빛을 필터링하는 칼라 필터층을 단일층으로 형성한다.

그리고 상기 각 칼라 필터층(104,105,106)을 포함한 반도체 기판(101)의 전면에 평탄화층(107)을 형성한다.

도 6b에 도시한 바와 같이, 상기 평탄화층(107)상에 마이크로렌즈용 물질층을 도포한 후, 상기 마이크로렌즈용 물질층위에 제 1 포토 마스크(PM1)를 정렬한다.

이어, 상기 제 1 포토 마스크(PM1)를 마스크로 이용하여 상기 물질층에 1차 UV를 조사하여 노광을 실시하고, 상기 노광된 부분을 현상하여 일정한 간격을 갖는 제 1 내지 제 3 마이크로렌즈 패턴(108a,109a,110a)을 형성한다.

여기서, 상기 제 1 내지 제 3 마이크로렌즈 패턴(108a,109a,110a)은 상기 제 1 내지 제 3 칼라 필터층(104,105,106)과 각각 대응하여 형성된다.

도 6c에 도시한 바와 같이, 상기 반도체 기판(101)의 상부에 제 2 포토 마스크(PM2)를 정렬하고, 상기 제 2 포토 마스크(PM2)를 마스크로 이용하여 상기 제 1 마이크로렌즈 패턴(108a)과 제 3 마이크로렌즈 패턴(110a)의 안쪽 부분에 상기 1차 노광보다 적은 에너지로 UV를 조사하여 2차 노광을 실시한다.

이어, 상기 2차 노광된 부분을 현상하여 상기 제 1 마이크로렌즈 패턴(108a)과 제 3 마이크로렌즈 패턴(110a)의 안쪽과 바깥쪽에 단차를 발생시킨다.

여기서, 상기 제 1 마이크로렌즈 패턴(108a)과 제 3 마이크로렌즈 패턴(110a)의 단차는 바깥쪽이 안쪽보다 두껍게 형성되어 있다.

즉, 본 발명은 상기 제 2 마이크로렌즈 패턴(109a)을 기준으로 좌측과 우측에 형성된 제 1 마이크로렌즈 패턴(108a)과 제 3 마이크로렌즈 패턴(110a)의 바깥쪽 부분과 안쪽 부분이 서로 다른 두께를 갖도록 단차를 주고 있다.

한편, 미설명된 "L"은 도 2의 센서 어레이 센터를 중심으로 X, Y 대칭으로 입사각의 크기에 따라 적절히 축차적으로 변형될 수 있다.

도 6d에 도시한 바와 같이, 상기 제 1 내지 제 3 마이크로렌즈 패턴(108a,109a,110a)을 리플로우하여 상기 제 1 내지 제 3 칼라 필터층(104,105,106)과 대응되는 제 1 내지 제 3 마이크로렌즈(108,109,110)를 형성한다.

한편, 상기 마이크로렌즈용 물질층으로 산화막과 같은 절연막 또는 포토레지스트를 사용할 수 있다.

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

이어, 상기 제 1 내지 제 3 마이크로렌즈(108,109,110)에 자외선을 조사하여 경화한다.

여기서, 상기 제 1 내지 제 3 마이크로렌즈(108,109,110)에 자외선을 조사하여 경화함으로써 상기 제 1 내지 제 3 마이크로렌즈(108,109,110)는 최적의 곡률 반경을 유지할 수 있다.

또한, 본 발명의 실시예에서 평탄화층(107)을 형성하고 있는데, 상기 평탄화층(107)을 형성하지 않고 상기 제 1 내지 제 3 칼라 필터층(104,105,106)상에 제 1 내지 제 3 마이크로렌즈(108,109,110)를 직접 형성할 수도 있다.

한편, 이상에서 설명한 본 발명은 상술한 실시예 및 첨부된 도면에 한정되는 것이 아니고, 본 발명의 기술적 사상을 벗어나지 않는 범위내에서 여러 가지 치환, 변형 및 변경이 가능하다는 것이 본 발명이 속하는 기술분야에서 통상의 지식을 가진 자에게 있어 명백할 것이다.

발명의 효과

이상에서 설명한 바와 같이 본 발명에 의한 씨모스 이미지 센서 및 그 제조방법은 다음과 같은 효과가 있다.

즉, 센서 어레이 위치별도 입사각의 차이에 따라 최적의 곡률을 갖는 마이크로렌즈를 형성함으로써 이미지 센서 어레이 부위별로 균일한 감도를 얻어 이미지 특성(quality)을 향상시킬 수 있다.

도면의 간단한 설명

도 1은 일반적인 이미지 센서 어플리케이션의 구성도

도 2는 다수의 픽셀 어레이가 형성된 상태를 나타낸 평면도

도 3은 도 2의 IV-IV'선에 따른 종래 기술에 의한 씨모스 이미지 센서를 나타낸 단면도

도 4는 도 2의 IV-IV'선에 따른 본 발명에 의한 씨모스 이미지 센서를 나타낸 단면도

도 5a 내지 도 5c는 도 4의 씨모스 이미지 센서에서 각 마이크로렌즈를 통해 포토다이오드를 입사하는 광의 경로를 나타낸 도면

도 6a 내지 도 6d는 본 발명에 의한 씨모스 이미지 센서의 제조방법을 나타낸 공정단면도

도면의 주요 부분에 대한 부호의 설명

101 : 반도체 기판 102 : 포토다이오드

103 : 층간 절연막 104 : 제 1 칼라 필터층

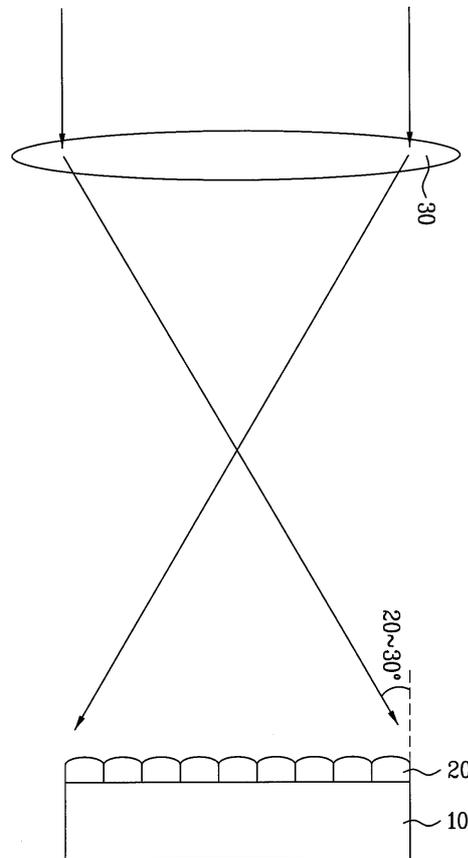
105 : 제 2 칼라 필터층 106 : 제 3 칼라 필터층

107 : 평탄화층 108 : 제 1 마이크로렌즈

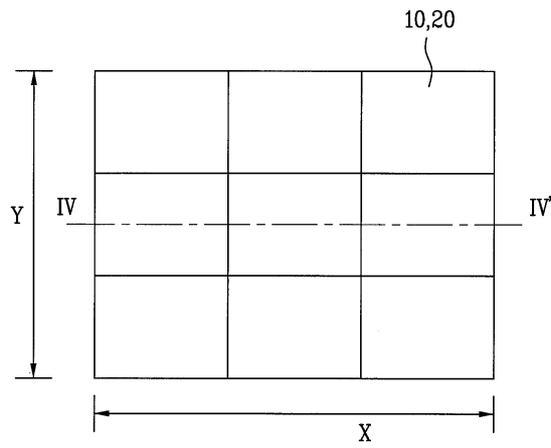
109 : 제 2 마이크로렌즈 110 : 제 3 마이크로렌즈

도면

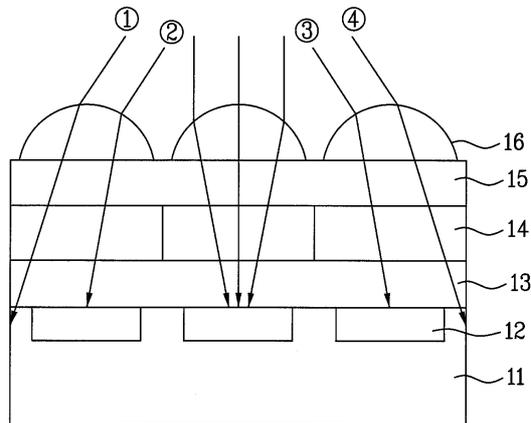
도면1



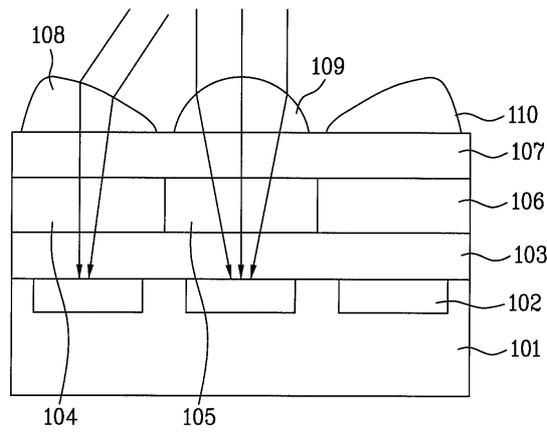
도면2



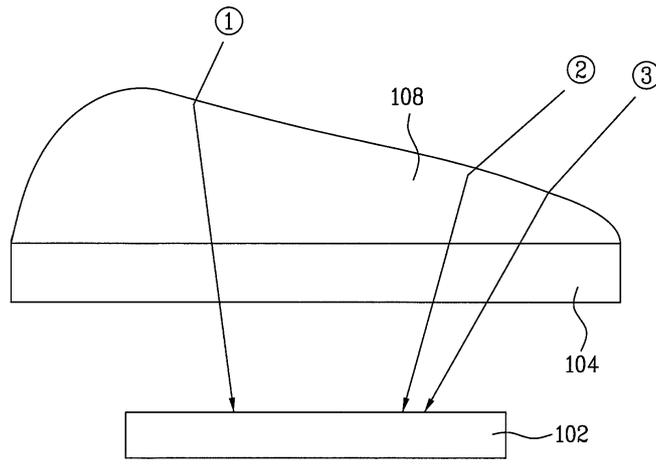
도면3



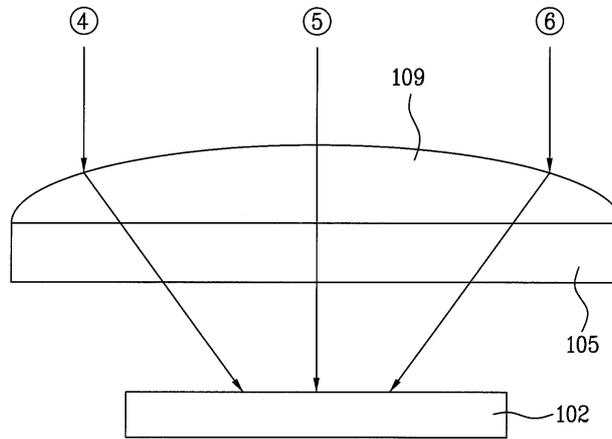
도면4



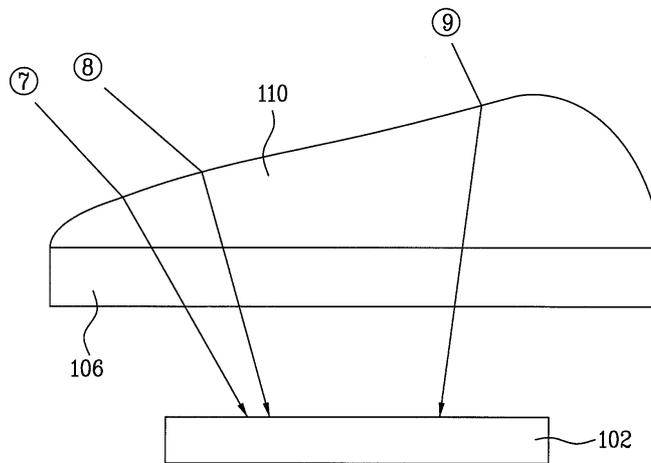
도면5a



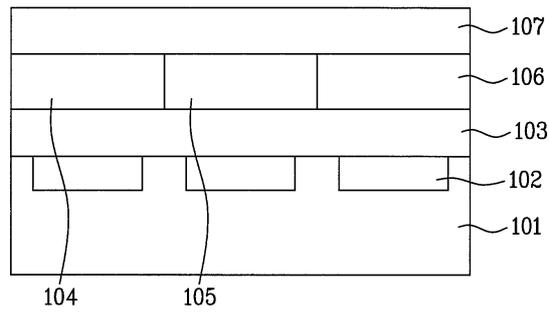
도면5b



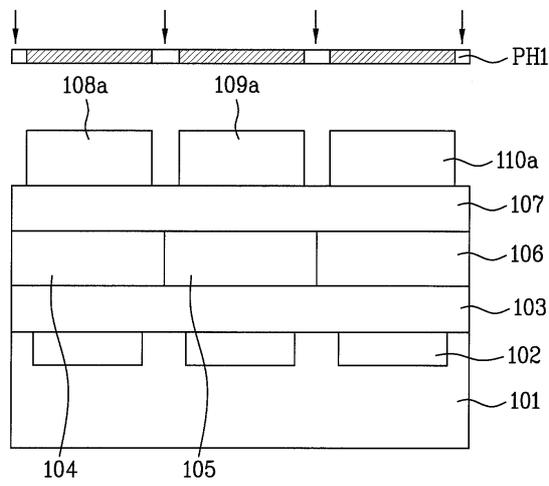
도면5c



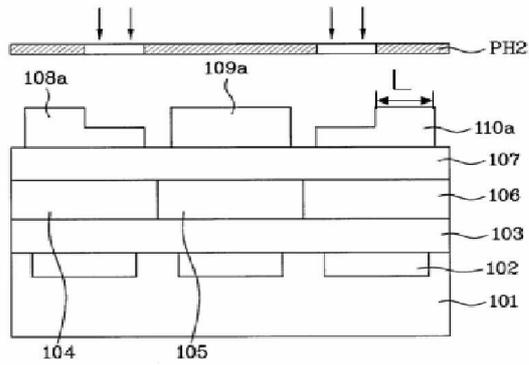
도면6a



도면6b



도면6c



도면6d

