



(19) 대한민국특허청(KR)

(12) 등록특허공보(B1)

(45) 공고일자 2016년02월11일

(11) 등록번호 10-1593258

(24) 등록일자 2016년02월02일

(51) 국제특허분류(Int. Cl.)

H01L 27/146 (2006.01) H04N 5/335 (2011.01)

(21) 출원번호 10-2011-7012394

(22) 출원일자(국제) 2009년10월30일

심사청구일자 2014년05월15일

(85) 번역문제출일자 2011년05월30일

(65) 공개번호 10-2011-0082182

(43) 공개일자 2011년07월18일

(86) 국제출원번호 PCT/US2009/005915

(87) 국제공개번호 WO 2010/056285

국제공개일자 2010년05월20일

(30) 우선권주장

12/269,907 2008년11월13일 미국(US)

(56) 선행기술조사문헌

US20050103983 A1

US07259791 B2

US20060145223 A1

US20070014019 A1

(73) 특허권자

옴니비전 테크놀러지즈 인코포레이티드

미국 캘리포니아 95054 산타 클라라 버튼 드라이브 4275

(72) 발명자

맥카렌 존 피

미국 뉴욕주 14650-2201 로체스터 스테이트 스트리트 343

심마 요셉

미국 뉴욕주 14650-2201 로체스터 스테이트 스트리트 343

(74) 대리인

제일특허법인

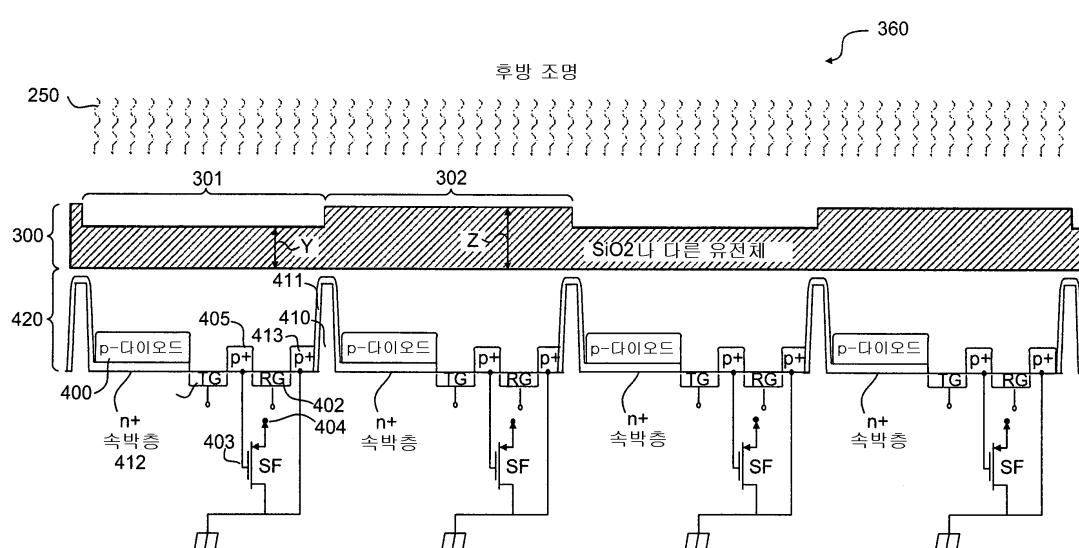
전체 청구항 수 : 총 20 항

심사관 : 김한수

(54) 발명의 명칭 색분해용 격자를 가진 이미지 센서 및 그 제조 방법과 영상 장치

**(57) 요약**

이미지 센서는 주기적으로 반복되는 복수의 커널을 포함하되, 각 커널은 광에 응답해서 전하를 수집하기 위한 n-감광 영역(400)을 포함하며, n은 2 이상인 픽셀 어레이; 및 그 중 적어도 두 개가 서로 다른 n-광학 경로를 가진 상기 n-감광 영역에 걸쳐지되, 각 광학 경로는 미리 결정된 스펙트럼 대역의 광을 특정 n-감광 영역으로 향하게 하는 투명층(300)을 포함한다.

**대 표 도**

## 특허청구의 범위

### 청구항 1

- (a) 주기적으로 반복되는 복수의 커널 - 각 커널은 광에 응답해서 전하를 수집하기 위한 n개의 전하 수집 영역들을 포함하며, n은 2 이상이고, 상기 전하 수집 영역은 활성층 내에 배치됨 - 을 포함하는 픽셀 어레이와,
- (b) 각각의 커널에 대해 n개의 광학 경로를 갖는 상기 전하 수집 영역들에 걸쳐있고(spanning) 상기 활성층 바로 위에 있는 투명층 - 상기 n개의 광학 경로 중 적어도 2개는 상이하며, 각각의 광학 경로는 상이한 파장의 단일 스펙트럼 대역의 광을 하나 이상의 사전 결정된 인접 전하 수집 영역으로 향하게 함- 을 포함하되,
- 각각의 전하 수집 영역은 단일 색에 해당하는 피크 파장을 포함하는 스펙트럼 대역의 광을 수신 - 상기 광은 하나의 광학 경로로 향함 - 하고,
- 상기 인접 전하 수집 영역들 각각에 의해 수신된 상기 피크 파장은 상이하여, 각각의 전하 수집 영역이 단일 색에 해당하는 피크 파장을 갖는 광을 수신하도록 하는
- 이미지 센서.

### 청구항 2

- 제 1 항에 있어서,
- 상기 광학 경로의 차이는 상기 투명층의 투명 재료의 상이한 두께에 의해 생성되는
- 이미지 센서.

### 청구항 3

- 제 1 항에 있어서,
- 상기 광학 경로의 차이는 상이한 굴절률에 의해 생성되는
- 이미지 센서.

### 청구항 4

- 제 3 항에 있어서,
- 상기 투명층은 이산화규소, 질화 규소 또는 투명 유기 재료인
- 이미지 센서.

### 청구항 5

- 제 1 항에 있어서,
- 상기 광학 경로는 서로 다른
- 이미지 센서.

### 청구항 6

- 제 2 항에 있어서,

상기 투명 재료는 곡면을 포함하는  
이미지 센서.

#### 청구항 7

제 1 항에 있어서,  
상기 투명층에 걸쳐서 배치된 제 2 층을 더 포함하며, 상기 제 2 층은 상기 투명층과 접촉하는 상기 제 2 층의  
표면과 대향하는 표면 상의 평면인 표면을 포함하는  
이미지 센서.

#### 청구항 8

제 7 항에 있어서,  
상기 제 2 층에 걸쳐서 배치된 복수의 마이크로 렌즈를 더 포함하는  
이미지 센서.

#### 청구항 9

제 8 항에 있어서,  
각각의 마이크로 렌즈는 개별적인 픽셀에 걸쳐있는  
이미지 센서.

#### 청구항 10

제 8 항에 있어서,  
각각의 마이크로 렌즈는 픽셀의 커널에 걸쳐있는  
이미지 센서.

#### 청구항 11

삭제

#### 청구항 12

영상 장치로서,  
이미지 센서를 포함하되,  
상기 이미지 센서는

- (a) 주기적으로 반복되는 복수의 커널 – 각 커널은 광에 응답해서 전하를 수집하기 위한 n개의 전하 수집 영역들을 포함하며, n은 2 이상이고, 상기 전하 수집 영역들은 활성층 내에 배치됨 – 을 포함하는 픽셀 어레이와,
- (b) 각각의 커널에 대해 n개의 광학 경로를 갖는 상기 전하 수집 영역들에 걸쳐있고 상기 활성층 바로 위에 있는 투명층 – 상기 n개의 광학 경로 중 적어도 2개는 상이하며, 각각의 광학 경로는 상이한 광장의 단일 스펙트럼 대역(spectral band)의 광을 하나 이상의 사전 결정된 인접 전하 수집 영역으로 향하게 함 – 을 포함하되,  
각각의 전하 수집 영역은 단일 색에 해당하는 퍼크 광장을 포함하는 스펙트럼 대역의 광을 수신 – 상기 광은 하

나의 광학 경로로 향함 - 하고,

상기 인접 전하 수집 영역들 각각에 의해 수신된 상기 피크 파장은 상이하여 각각의 전하 수집 영역이 단일 색에 해당하는 피크 파장을 갖는 광을 수신하도록 하는  
영상 장치.

### 청구항 13

제 12 항에 있어서,

상기 광학 경로의 차이는 상기 투명층의 투명 재료의 다른 두께에 의해 생성되는 것인  
영상 장치.

### 청구항 14

제 12 항에 있어서,

상기 광학 경로의 차이는 상이한 굴절률에 의해 생성되는  
영상 장치.

### 청구항 15

제 14 항에 있어서,

상기 투명층은 이산화규소, 질화 규소 또는 투명 유기 재료인  
영상 장치.

### 청구항 16

제 12 항에 있어서,

상기 광학 경로는 서로 다른  
영상 장치.

### 청구항 17

제 13 항에 있어서,

상기 투명 재료는 곡면을 포함하는  
영상 장치.

### 청구항 18

제 12 항에 있어서,

상기 투명층에 걸쳐서 배치된 제 2 층을 더 포함하며, 상기 제 2 층은 상기 투명층과 접촉하는 상기 제 2 층의 한 표면과 대향하는 표면 상의 평면인 표면을 포함하는

영상 장치.

### 청구항 19

제 18 항에 있어서,

상기 제 2 층에 걸쳐서 배치된 복수의 마이크로 렌즈를 더 포함하는

영상 장치.

### 청구항 20

제 19 항에 있어서,

각각의 마이크로 렌즈는 개별적인 픽셀에 걸쳐있는

영상 장치.

### 청구항 21

제 19 항에 있어서,

각각의 마이크로 렌즈는 픽셀의 커널에 걸쳐있는

영상 장치.

## 명세서

### 기술 분야

#### [0001]

본 발명은 일반적으로 픽셀의 커널(kernel of pixels)로 세분되는 픽셀 어레이를 가진 이미지 센서에 관한 것으로서, 특히 색분해를 개선하며 양자 효율을 증대시키기 위해 커널 내의 픽셀에 대해 서로 다른 광학 경로를 가진 그러한 이미지 센서에 관한 것이다.

### 배경 기술

#### [0002]

일반적으로, 이미지 센서용 CMOS 공정을 이용해서 제조한 픽셀은 보다 작은 치수가 되기 때문에, 이러한 픽셀을 이용한 활상 장치의 몇몇 성능 특성이 열화된다. 하나의 성능 특성, 특히 양자 효율(quantum efficiency; QE)은 급격히 열화된다. 성능의 손실은 픽셀 어레이의 상부에 컬러 필터 어레이(color-filter-array(컬러 필터 어레이))를 추가하는 것과 뒤섞인다. 컬러 필터 어레이의 목적은 색상 이미지를 재구성할 능력을 제공하기 위해 입사광의 색분해를 허용하는 것이다. 그러나, 주어진 파장에 대해서, 대부분의 필터는 흡수적이다. 따라서, 어떤 주어진 파장은 효과적으로 픽셀 어레이 상부의 일련의 작은 개구를 만난다. 픽셀 퍼치가 감소함에 따라, 컬러 필터 어레이 패턴에서 효과적인 개구의 사이즈는 가시광의 파장과 유사하게 된다. 광의 회절은 광을 인접 픽셀로 전환시키며, 목적하는 색 픽셀의 효과적인 양자 효율(QE)을 감소시킨다. 예를 들어, 도 1(a)를 고려해 보라. 입사하는 적색 광에 대해서, 청색 픽셀(103)과 녹색 픽셀(101, 104)의 청색 및 녹색 컬러 필터 어레이가 효과적으로 봉쇄한다. 베이어 패턴(105)에 대해서, 도 1(b)는 이것이 적색 광에 대해 적색 픽셀(102) 위에 작은 개구(112)를 형성하는 것을 도시한다. 특히,  $2\mu\text{m}$  픽셀 퍼치 미만에서, 광자가 전하 캐리어로 변환되는 이미지 센서의 액티브 층 위의 일정 거리에 컬러 필터 어레이가 위치되기 때문에, 회절은 입사하는 적색 광을 인접 청색 및 녹색 픽셀로 확산시킨다. 회절은 색을 분해하기 위해 컬러 필터 어레이의 유효성을 약화시켜서 혼색을 증대시킨다. 그것은 또한 효과적으로 적색 픽셀의 양자 효율(QE)을 감소시킨다.

#### [0003]

도 2는 후방 조명 이미지 센서의 적색 및 녹색 컬러 필터 어레이를 통해 네 개의 pmos 픽셀의 단면에 대한 종래 기술을 보여준다. 이것은 또한 본 발명의 상세한 설명에서 본 발명을 설명하기 위한 기준점으로 사용된다.

[0004] 여전히 도 2를 참조하면, 광생성 전하 캐리어가 수집되는 포토다이오드(200)가 도시된다. 판독을 위해서, 전하 캐리어는 전송 게이트(201) 상의 전압을 조절함으로써 부동 확산부(205)에 전기적으로 전달된다. 부동 확산 신호는 소스-팔로워 트랜지스터(203)의 입력을 공급한다. 소스-팔로워(203)의 저 임피던스 출력은 출력 라인(204)을 구동한다. 판독 후에, 부동 확산부(205)의 신호는 리셋 게이트(202) 상의 전압을 제어함으로써 리셋 드레인(213)으로 비워진다. 포토다이오드 사이의 측벽 분리부(210)는 광생성 전하 캐리어를 가장 가까운 포토다이오드(200)로 향하게 하여, 장치총 내의 혼색을 감소시킨다. 암전류를 감소시키기 위해서, 포토다이오드(200) 근처의 실리콘과 유전체 사이의 표면에 얇은 속박층(212)이 있다. 또한 암전류를 감소시키기 위해서, 측벽 분리부(210)를 따라 얇은 n-도핑층(211)이 있다. 입사광(250)은 컬러 필터 어레이 층(230)을 통과하고, 그 후 반사방지 코팅층(222)을 통과하며, 그 후 능동 장치층(220)에 도달하기 전에 전형적으로 이산화규소(221)인 스페이서 층을 통과한다. 그러나, 광학 스택(221, 222, 및 230)은 응용에 따라 더 많거나 적은 층으로 구성될 수 있으며, 종종 상부 층을 위해 마이크로 렌즈 어레이를 포함한다. 도 3은 도 2의 비공유 핀 포토다이오드 구조에 대한 단일 픽셀 개략도를 제공한다.

[0005] 도 4는 베이어 패턴을 가진 종래의  $1.1\mu\text{m}$  픽셀 어레이의 양자 효율(QE)에 대한 시뮬레이션 결과를 보여준다. 청색 픽셀(103)과 관련된 청색 응답 곡선(503)에 대한 피크 양자 효율(QE)은 40%이다. 녹색 픽셀(101, 104)에 관련된 녹색 응답 곡선(501, 504)에 대한 피크 양자 효율(QE)은 35%이다. 적색 픽셀(102)과 관련된 적색 응답 곡선(502)에 대한 피크 양자 효율(QE)은 23%이다. 이러한 시뮬레이션에 대해, 유전체 스페이스(221) 층의 두께는  $0.5\mu\text{m}$ 이다. 유전체 스페이서 두께(221)의 증가는 성능을 열화시키며, 이 결과 낮은 피크 양자 효율(QE)과 증가된 혼색을 가져온다. 비록 현재 공지되며 활용되는 이미지 센서가 만족스럽지만, 전술한 약점을 처리할 필요가 있다.

## 발명의 내용

### 해결하려는 과제

[0006] 본 발명의 목적은 컬러 필터 어레이를 이진 광학 경로 격자로 대체함으로써 인접 픽셀들 사이의 혼색을 개선하며 양자 효율(QE)을 증대시키는 것이다. 효과적인 양자 효율(QE)은 100%보다 클 수 있다.

### 과제의 해결 수단

[0007] 이 목적은 특정 파장에 대해서 이미지 센서에 비치는 광의 세기가 하나의 픽셀의 표면 근처에서 보강적으로 간섭하며 색 커널 내의 다른 픽셀에 대해서는 상쇄적으로 간섭하도록 색 커널에 있는 각 픽셀에 대한 광학 경로 차이를 조절함에 의해서 달성된다. 다른 특정 파장에 대해서, 광은 제 2 픽셀의 표면 근처에서 보강적으로 간섭하며 색 커널 내의 다른 픽셀에 대해서는 상쇄적으로 간섭한다.

[0008] 본 발명의 이러한 그리고 다른 목적, 특징 및 장점들은 본 발명의 예시적인 실시예가 도시되며 설명되어 있는 첨부 도면과 연계하여 검토되는 아래의 상세한 설명을 읽어볼 때 당업자들에게 명백해질 것이다.

## 발명의 효과

[0009] 본 발명은 인접 픽셀들 사이의 혼색을 개선하며 양자 효율(QE)을 증대시키는 장점을 가지고 있다.

### 도면의 간단한 설명

[0010] 본 명세서는 특히 본 발명의 주제를 지적하면서 명확하게 특허청구하는 특허청구범위로 종결되지만, 본 발명은 첨부 도면과 연계하게 검토될 때 다음의 설명으로부터 더 잘 이해될 수 있을 것으로 생각된다.

도 1(a) 및 도 1(b)는 베이어 컬러 필터 어레이 패턴의 종래 기술을 보여준다.

도 2는 베이어 컬러 필터 어레이 패턴의 적색 및 녹색 부분을 따라서 절취된 후방 조명 이미지 센서의 네 개의

픽셀의 단면에 대한 종래 기술을 도시하며, 픽셀 회로는 pmos 이미지 센서에 대한 것이다.

도 3은 pmos 비공유 픽셀 개략도의 종래 기술을 도시한다.

도 4는 베이어 컬러 필터 어레이에 대한 파장 대 양자 효율(QE)의 그래프이다.

도 5는 본 발명의 제 1 실시예를 도시하고, 이 평면도는 광학 경로 격자를 가진 픽셀 어레이를 도시하며, W, X, Y, 및 Z는 색 커널 내에서 각 픽셀 상부의 투명층의 다른 두께를 나타낸다.

도 6은 광학 경로 격자(W, X, Y, 및 Z)를 가진 색 커널과 픽셀 장치 구조의 상세에 대한 평면도를 도시한다.

도 7은 광학 경로 격자(Y 및 Z)의 색 커널의 적색 및 녹색 부분을 통해 절취된 후방 조명 이미지 센서의 네 개의 픽셀의 단면도를 도시한다.

도 8은  $1.1\mu\text{m}$  픽셀에 대한 도 4의 색 커널에서 각 픽셀의 양자 효율(QE) 대 파장의 시뮬레이션 그래프이다.

도 9a 내지 도 9d는 어떻게 보강 및 상쇄 간섭이 혼색을 개선시키기 위해 사용되는 지와 주어진 파장에서 주어진 픽셀에 대해 100%보다 높은 양자 효율(QE) 값을 가져오는지를 보여주고, 도 4의 색 커널에 대한 네 개의 다른 파장에 대해서 실리콘 표면 바로 위에서 광에 대한 세기의 도면이 도시되고, 이 도면은 평면도임과 아울러 광은 수직으로 입사되며, 네 개의 도면에 대해서 파장은 420nm, 470nm, 590nm, 및 650nm이다.

도 10은 광학 경로 격자를 형성하는 하나의 방법에 대한 시작을 도시하고, 두 개의 단면이 각각 네 개의 픽셀을 갖도록 도시되고, 하나의 단면은 도 7의 픽셀(303 및 304)를 통해 절취되며, 다른 단면은 도 7의 픽셀(301 및 303)을 통해 절취된다.

도 11은 마이크로 렌즈를 가진 광학 경로 격자의 3차원 도면이다.

도 12a 및 도 12b는 투명층 상에 마이크로 렌즈를 배치하는 방법을 도시한다.

도 13a 및 도 13b은 마이크로 렌즈 패턴을 투명층으로 전사하는 방법을 도시한다.

도 14a 및 도 14b는 제 1 예칭을 수행하는 방법을 도시한다.

도 15a 및 도 15b는 제 2 레지스트가 패턴화된 후에 광학 경로 격자를 형성하는 방법을 도시한다.

도 16a 및 도 16b는 제 2 예칭 단계 후에 최종 광학 경로 격자를 도시한다.

도 17은 다른 굴절률을 가진 두 개의 재료를 이용한 광학 경로 격자와 마이크로 렌즈 어레이의 3차원 도면이다.

도 18은 다른 굴절률을 가진 두 개의 재료를 이용한 광학 경로 격자와 단일의 마이크로 렌즈가 네 개의 픽셀 위에 배치된 마이크로 렌즈 어레이의 3차원 도면이다.

도 19는 도 7의 이미지 센서 어레이를 가진 영상 장치이다.

### 발명을 실시하기 위한 구체적인 내용

[0011] 본 명세서에 정의된 광학 경로는 다음과 같다.

[0012] 광학 경로 =  $n \times d$  (수학식 1)

[0013] 여기서  $n$ 은 굴절률이며,  $d$ 는 광이 통과하는 물질의 두께이다.

[0014] 도 7을 참조하면, 본 발명의 제 1 실시예의 이미지 센서의 이미지 센서 어레이(401)의 일부가 도시되어 있다. 비록 단면은 단순성을 위해 오직 네 개의 픽셀만을 도시하지만, 이미지 센서 어레이(401)는 전형적으로 수천 내지 수백만의 픽셀을 포함한다는 점이 언급된다. 또한, 이미지 센서 어레이(401)는 도 19에서 검토되는 바와 같이 전형적으로 능동 픽셀 센서의 일부라는 점이 언급된다. 다시 도 7을 참조하면, 이미지 센서 어레이(401)는 활성층(420) 내에 배치된 복수의 픽셀(301 및 302)을 포함한다. 픽셀(301 및 302)은 이하에서 상세히 설명되는 바와 같이 바람직하게는 어레이에 걸쳐서 반복되는 이하에서 색 커널(color kernel)이라고 지칭되는  $2 \times 2$  어레이로 함께 그룹화된다. 비록  $2 \times 2$  어레이가 바람직하지만, 다른 색 커널 크기도 또한 사용될 수 있다. 각각의 픽셀(301 및 302)은 입사광(250)을 수신하는 활성층의 표면으로부터 약간 떨어져 배치된 전하 수집 영역, 바람직하게는 펀 포토다이오드(400)를 포함한다. 폴리실리콘 게이트(401, 402, 403) 및 활성층(420)의 조명층의 반대 편에 있는 금속 와이어(404)의 구성은 배면 조명이라 지칭된다. 펀 포토다이오드(400)는 입사광에 응답하여 전하를 수집한다. 펀 포토다이오드(400)는 그 위에 배치된 반대 도전 타입의 도핑 영역 아래에 있는 속박층(41

2)을 포함한다. 비록 편 포토다이오드(400)와 배면 조명이 바람직한 실시예를 위해 사용되었지만, 포토다이오드 또한 전하 수집 영역으로 사용될 수 있고, 전면 조명이 전하 수집 영역으로 사용되며, 그 둘은 공지되어 있으며 여기에서 논의되지 않을 것이다.

[0015] 활성화될 때, 전송 게이트(401)는 전하를 편 포토다이오드(400)로부터 전하-전압 변환 영역(405), 바람직하게는 부동 확산부로 전달하며, 이 변환 영역은 전하를 전압 신호로 변환한다. 증폭기나 버퍼(403), 바람직하게는 소스 팔로워 증폭기는 추가적인 처리를 위해 전압을 출력 라인으로 전달한다. 리셋 게이트(402)는 부동 확산부(405)를 미리 결정된 신호 레벨로 리셋하기 위해 활성화된다.

[0016] 변하는 두께를 가진 투명 격자층(300)이 이하에서 상세히 설명하는 바와 같이 입사광(250)을 활성층(420)으로 보내기 위해 픽셀(301 및 302) (그리고 도면에 도시되지 않은 픽셀들)에 걸쳐서 배치되어 있다. 투명층은 이산화규소, 질화 규소 또는 투명 유기 재료로 제조될 수 있다.

[0017] 도 5에서 이미지 센서 어레이(401)(통상 픽셀 어레이라고 지칭되는)의 평면도를 참조하면, 위에 덧힌 투명층을 가진 2x2 색 커널(310)이 도시되어 있다. 색 커널(310)에 있는 각 픽셀(301, 302, 303, 및 304) (전체 네 개의 픽셀에 대해 도 5 및 도 6 참조)에 걸친 투명층(300)(도 7 참조)의 두께는 다르다(Y, Z, W, 및 X). 이것은 네 개의 광학 경로를 형성한다. 비록 바람직한 실시예에서 본 발명은 다른 광학 경로를 형성하기 위해 두께를 이용하지만, 다른 굴절률을 가진 재료가 다른 광학 경로를 형성하기 위해 사용될 수 있다. 그 예에서, Y, Z, W 및 X에 대해서 이산화규소 투명층(300)의 두께는 각각  $2.5\mu\text{m}$ ,  $3.0\mu\text{m}$ ,  $1.5\mu\text{m}$ , 및  $2.0\mu\text{m}$ 이다. 결국, 네 개의 광학 경로가 형성된다. 청색 광은 구조적으로 바로 위 픽셀(303)과 간섭하여 효과적으로 이 픽셀로 향하게 된다. 마찬가지로, 녹색-청색 광은 픽셀(301)로 향하게 되고, 녹색-적색 광은 픽셀(304)로 향하게 되며, 적색 광은 픽셀(302)로 향하게 된다. 투명층(300)의 반복하는 패턴이 픽셀의 각 커널에 대해 반복된다는 점이 언급된다.

[0018] 도 6는 색 커널(310) 내에 있는 네 개의 픽셀(301, 302, 303, 및 304)과 활상 장치의 표면에 묻힌 장치 구성요소를 보여주는 더욱 상세한 평면도이다. 이러한 구성요소들은 포토다이오드(400), 전송 게이트(401), 리셋 게이트(402), 소스-팔로워(403), 소스-팔로워 출력(404), 유동-확산부(405), 측벽 분리부(410), 리셋 드레인(413), 금속선(도시되지 않음)에서 게이트(401, 402, 403)까지의 접점(350), 및 소스/드레인 임플란트 영역(405, 413, 404)을 포함한다. 이러한 장치 구성요소들은 또한 도 7의 단면도에 도시된다. 광학 스택은 단순히 투명층(300)이다. 도 7의 단면을 가로지르는 오직 두 개의 높이(Y 및 Z)가 있다.

[0019] 도 8은 도 5 내지 도 7에 도시된 바와 같은 본 발명의 제 1 실시예를 이용한  $1.1\mu\text{m}$  픽셀 어레이의 양자 효율(QE)에 대한 시뮬레이션 결과를 보여준다. 청색 픽셀(303)과 관련된 청색 응답 곡선(603)에 대한 피크 양자 효율(QE)은 120%이다. 녹색/청색 픽셀(301)과 관련된 녹색/청색 응답 곡선(601)에 대한 피크 양자 효율(QE)은 116%이다. 녹색/적색 픽셀(304)과 관련된 녹색/적색 응답 곡선(604)에 대한 피크 양자 효율(QE)은 105%이다. 적색 픽셀(302)에 관련된 적색 응답 곡선(604)에 대한 피크 양자 효율(QE)은 86%이다. 광학 경로는 보강 간섭과 상쇄 간섭의 장점을 이용하는 방식으로 조절되기 때문에, 주어진 파장에 대한 양자 효율(QE)은 주어진 픽셀에 대해 100%보다 클 수 있다.

[0020] 도 9a 내지 9d는 어떻게 보강 및 상쇄 간섭이 100% 이상의 피크를 가진 양자 효율(QE) 곡선을 형성하게 되는지를 도시한다. 다른 파장에 대해 조명 측에 있는 실리콘 활성층(420)의 바로 위에서 광의 세기에 대한 네 개의 평면도가 도시되어 있다. 청색 광(420nm)에 대해서, 대부분의 광의 세기(703)는 픽셀(303)보다 크다. 마찬가지로, 녹색/청색 광(470nm)에 대해서, 대부분의 광의 세기(701)는 픽셀(301)보다 크다. 다시 마찬가지로, 녹색/적색 광(590nm)에 대해서, 대부분의 광의 세기(704)는 픽셀(304)보다 크다. 마지막으로, 적색 광(650nm)에 대해서, 대부분의 광의 세기(702)는 픽셀(302)보다 크다.

[0021] 광학 경로 격자를 시각화하는 것을 돋기 위해서, 도 10은 도 5-7의 4x4 픽셀 절단부를 보여준다. 활성층(420)의 상부에 있는 광학 스택(300)이 명백히 가시적이다. 단일의 색 커널 내에 있는 네 개의 픽셀(301, 302, 303, 및 304)이 네 개의 투명 기둥 사이의  $\Delta$  높이 차이(1050)와 함께 식별된다.

[0022] 도 8에 도시된 바와 같이, 청색, 녹색/청색, 녹색/적색, 및 적색 응답 곡선(603, 601, 604, 및 602)에 대한 피크 양자 효율(QE)은 각각 파장 440nm, 485nm, 585nm, 및 645nm에 있다. 이것은 수직 입사에 관한 것이다. 불운하게도, 수직 입사로부터 입사광의 각도를 기울이면 다른 픽셀에 대한 광학 경로 차이가 증가된다. 이것은 보강 및 상쇄 간섭의 상세를 변화시켜서, 양자 효율(QE)이 다른 응답 곡선에 대해 피크가 되는 파장에 대한 미세한 차이를 가져온다. 피크 위치의 차이는 기울임 각을 증대시킴에 따라 더 증대된다. 이 활상 장치가 카메라 시스템에 배치되면, 픽셀 어레이의 중앙에 있는 주 광선은 수직 입사에 해당한다; 그러나, 어레이의 에지 근

처의 픽셀의 주 광선 각도는 30 도를 초과할 수 있다. 응답 곡선이 기울임 각도에 의존하기 때문에, 이것은 항상 교정하는 것이 쉽지는 않은 이미지에 걸친 색 시프트(색조 시프트)를 가져온다.

[0023] 입사광의 기울임 각도의 변화와 관련된 색조 시프트를 최소화할 수 있는 몇몇 방법이 있다. 하나의 방법은 더 큰 높이 차이를 이용해서 이진 광학 경로 격자를 개량하며, 또한 이 개량된 시스템을 최적화한다. 이것은 투명 중에 더 가능한 높이를 제공하기 때문에 더 많은 부식부를 포함한다. 이 개량은 또한 픽셀을 하위 픽셀 영역으로 나누는 것을 포함한다. 예를 들어, 여덟 개의 높이가 있으며 각 픽셀은 16 개의 사각 하위 영역으로 나누어지는 경우를 고려한다. 네 개의 픽셀로, 이것은 광학 스택에 대해 512 도의 자유도를 제공한다. 수치 시뮬레이션을 이용해서, 모든 경우가 파장 범위와 네 개의 픽셀에 대해 좋은 색분해가 있는 방식으로 최적화된 시스템에 대해 모델링될 수 있으며, 색조 시프트가 최소이다. 그러나, 시스템을 색조 시프트를 최소화하도록 강제하는 것은 각각의 픽셀 위의 광학 경로를 동일하게 강제하는 것과 같다. 이 문제에 대한 솔루션은 실리콘 표면의 바로 위에 초점을 가진 마이크로 렌즈와 같이 보이는 어떤 것이다. 그래서, 이진 광학 기법을 이용해서 마이크로 렌즈-유사 구조를 형성하는 대신에, 단순하게 일련의 연속 마이크로 렌즈를 형성하는 것이 더 쉽다.

[0024] 도 11은 픽셀 들 사이의 광학 경로 차이가  $\Delta$  1250이나 또한 각각 픽셀(1210) 위에 마이크로 렌즈가 있는 도 11의 광학 경로 격자와 유사한 광학 경로 격자를 보여준다. 이 새로운 구조는 기울임 각도를 변화시킴에 따라 보다 좋은 색조 시프트 성능을 가진다.

[0025] 도 12-16는 도 11에서와 같이 마이크로 렌즈 형태를 가진 곡선 표면을 구비한 광학 경로 격자를 제조하기 위한 방법을 도시한다. 도 12-16는 도 12-16에 직접적으로 도시되지는 않았지만 도 10, 11, 17 및/또는 18에 도시된 숫자에 의해 참조되는  $\Delta$  변화를 설명한다. 다음에 기술된 절차는 베이어 컬러 필터 어레이의 리소그래피 단계보다 적은 리소그래피 단계를 필요로 한다. 도 12a-12b는 네 개의 픽셀의 두 단면을 도시하되, 색 커널의 하나의 통과 픽셀(303 및 304)과 다른 통과 픽셀(301 및 302)을 보여준다. 활성층(420) 내에서 장치의 형성이 완성되며, 후방 조명 콤보 장치가 가늘어진다. D보다 큰 두께의 이산화규소나 다른 투명층(300)이 활성층(420)의 조명층에서 성장되거나 증착된다. 층(300)의 한 상부가 패턴 마이크로 렌즈 어레이(1025)이다. 마이크로 캡 패터닝과 리플로 그레이 스케일 포토리소그래피(reflow and gray scale photolithography)을 포함하는 이 마이크로 렌즈 어레이를 제조하기 위한 다수의 방법이 존재한다.

[0026] 도 13a와 13b은 마이크로 렌즈 표면을 투명층 재료로 전사하는 1:1 방향 부식 후의 이산화규소 층(300)을 보여준다. 마이크로 렌즈의 에지에 있는 층(300)의 두께는 D이다. 방식층(1020)이 이미지 어레이의 일부에 적용됨과 아울러 픽셀(301 및 302)이 레지스트(1020)에 덮이도록 패턴되며, 이 패턴은 픽셀(303 및 304) 내부의 투명층(300)을 노출되게 한다. 노출된 투명층(300)은 두께  $2\Delta$  1030까지 에칭된다.

[0027] 도 14a- 14b는 앞에서 검토된 바와 같이 투명층의 두께  $2\Delta$  1030가 에칭되며 제거된 후의 두 단면을 보여준다. 이 레지스트(1020)는 그 후 제거된다.

[0028] 도 15a-15b는 앞에서 검토된 바와 같이 제 1 부식부에 대한 패턴된 레지스트(1020)가 제거된 후의 공정의 다음 단계를 도시한다. 제 2 방식층(1040)이 이미지 어레이에 적용되며 패턴된다. 이 패턴은 픽셀(301, 303) 내의 투명층(300)을 노출시키며, 픽셀(302 및 304) 내의 투명층(300)을 덮는다. 이 노출된 투명층(300)은 에칭되며 제거된다.

[0029] 도 16a 및 도 16b은 앞에서 논의된 바와 같이 투명층의 두께  $\Delta$  1050가 에칭되며 제거된 후에 두 단면을 보여준다. (도 15b의) 레지스트(1040)는 제거된다. 투명층(300)의 최종 두께는 픽셀(302, 301, 304, 및 303)에 대해 각각 D, D- $\Delta$ , D-2 $\Delta$ , 및 D-3 $\Delta$ 이다.

[0030] 도 11의 광학 경로 격자는 도 10의 광학 경로 격자보다 우수한 색조 시프트 성능을 가지고 있으나, 더 가파른 각도에 대해서는, 그 재료가 100% 투명하지 않기 때문에, 투명 재료의 가장 높은 기둥 (픽셀(302))이 짧은 기둥 (픽셀(301, 304, 및 303))에 그림자를 드리운다. 이 그림자 형성은 색조 시프트를 발생시키며, 그 근본 원인은 광학 경로 길이의 변화가 아니라 대신 짧은 픽셀에 걸친 광의 세기의 감소이다.

[0031] 도 17은 그림자 형성과 광학 경로 길이 차이에 따른 색조 시프트를 최소화하기 위한 방법을 도시한다. 제 2 투명 재료(1320)는 원래의 광학 경로 격자(300)와 마이크로 렌즈(1430) 사이에 삽입된다. 색 커널 내의 다른 픽셀 사이에서 광학 경로 차이를 최소화하기 위해서는, 두 재료(300 및 1320)의 굴절률이 달라야 한다. 마이크로 렌즈 어레이(1430)는 층(1320)의 평평한 표면의 상부에 위치된다. 평평한 마이크로 렌즈 어레이는 그림자 형성에 따른 문제점을 제거한다.

[0032] 마지막으로, 도 18은 마이크로 렌즈(1530)의 사이즈가 색 커널의 사이즈와 같지만 개별적인 픽셀들(301, 302,

303, 및 304)과는 같지 않은 것을 제외하고는 도 17과 유사한 구조를 보여준다. 이것은 각 마이크로 렌즈(1530)로부터의 광 다발을 각 광학 격자 블록(301, 302, 303, 및 304)을 통해 포커싱함으로써 색조 시프트를 훨씬 더 감소시키는 장점을 가진다.

[0033] 도 19는 본 발명의 이미지 센서 어레이(401)와 함께 사용될 수 있는 영상 시스템의 블록도이다. 영상 시스템(1200)은 디지털 카메라 폰(1202) 및 컴퓨팅 장치(1204)를 포함한다. 디지털 카메라 폰(1202)은 본 발명을 포함하는 이미지 센서를 사용할 수 있는 이미지 캡쳐 장치의 일례이다. 예를 들어 디지털 스틸 카메라나 디지털 비디오 캠코더와 같은 다른 종류의 이미지 캡쳐 장치는 본 발명과 함께 사용될 수 있다.

[0034] 디지털 카메라 폰(1202)은 본 발명에 따른 일 실시예에서 휴대용이고, 손으로 잡을 수 있으며, 배터리에 의해 구동되는 장치이다. 디지털 카메라 폰(1202)은 메모리(1206)에 저장되는 디지털 이미지를 형성하며, 이 메모리는 예를 들어 내장 플래시 EEPROM 메모리나 제거 가능한 메모리 카드일 수 있다. 자기 하드 드라이브, 자기 테이프, 또는 광학 디스크와 같은 다른 종류의 디지털 이미지 저장 매체가 대안적으로 메모리(1206)를 구현하기 위해 사용될 수 있다.

[0035] 디지털 카메라 폰(1202)은 장면(도시되지 않음)에서 나온 광을 능동 픽셀 센서(1212)의 이미지 센서 어레이(401)로 포커싱하기 위해 렌즈(1208)를 사용한다. 이미지 센서 어레이(401)는 본 발명에 따른 일 실시예에서 베이어 색상 필터 패턴을 이용한 색상 이미지 정보를 제공한다. 이미지 센서 어레이(401)는 타이밍(1214)에 의해 제어되며, 그것은 또한 주위 조명이 낮을 때 장면을 조명하기 위해 플래시(1216)를 제어할 수 있다.

[0036] 이미지 센서 어레이(401)로부터 출력된 아날로그 출력 신호는 아날로그-디지털(A/D) 변환기 회로(1218)에 의해 증폭되며 디지털 데이터로 변환된다. 이 디지털 데이터는 버퍼 메모리(1220)에 저장되며, 이어서 디지털 프로세서(1222)에 의해서 처리된다. 디지털 프로세서(1222)는 펌웨어 메모리(1224)에 저장된 펌웨어에 의해서 제어되며, 그 메모리는 플래시 EEPROM 메모리일 수 있다. 디지털 프로세서(1222)는 실제-시간 클록(1226)을 포함하며, 그 클록은 심지어 디지털 카메라 폰(1202)과 디지털 프로세서(1222)가 저전력 상태에 있을 때라도 날짜와 시간을 유지한다. 처리된 디지털 이미지 파일은 메모리(1206)에 저장된다. 메모리(1206)는 또한 예를 들어 음악 파일(예를 들어, MP3 파일), 전화벨 소리, 전화 번호, 달력, 및 할 일 리스트와 같은 다른 종류의 데이터를 저장할 수 있다.

[0037] 본 발명에 따른 하나의 실시예에서, 디지털 카메라 폰(1202)는 정지 이미지를 캡쳐한다. 디지털 프로세서(1222)는 표현된 sRGB 이미지 데이터를 형성하기 위해서 색 및 색상 보정이 이어지는 색상 보간을 수행한다. 표현된 sRGB 이미지 데이터는 그때 압축되며 이미지 파일로서 메모리(1206)에 저장된다. 단지 예로서, 이미지 데이터는 JPEG 포맷에 따라 압축될 수 있으며, 그 포맷은 공지된 "Exif" 이미지 포맷을 사용한다. 이 포맷은 다양한 TIFF 태그를 사용해서 특정 이미지 메타 데이터를 저장하는 Exif 응용 세그먼트를 포함한다. 별개의 TIFF 태그가 예를 들어 그림이 캡쳐된 날짜와 시간, 렌즈 f/번호 및 다른 카메라 설정을 저장하며 또한 이미지 캡션을 저장하기 위해서 사용될 수 있다.

[0038] 디지털 프로세서(1222)는 본 발명에 따른 일 실시예에서 사용자에 의해 선택된 다른 이미지 사이즈를 형성한다. 하나의 그러한 사이즈가 저-해상도 "섬네일(thumbnail)" 사이즈 이미지이다. 섬네일-사이즈 이미지의 형성이 공동으로 양도하고, "완전 및 감소된 해상도의 이미지를 멀티-포맷으로 저장할 수 있는 전자 정지 영상 카메라(Electronic Still Camera Providing Multi-Format Storage Of Full And Reduced Resolution Images)"라는 명칭이 부여되며 Kuchta 등에게 특허된 미국 특허 제5,164,831호에 기술되어 있다. 섬네일 이미지는 RAM 메모리(1228)에 저장되고 디스플레이(1230)에 공급되며, 이 디스플레이는 예를 들어 능동 매트릭스 LCD나 유기 발광 다이오드(OLED)일 수 있다. 섬네일 사이즈 이미지의 형성은 캡쳐된 이미지를 색상 디스플레이(1230)에서 신속하게 검토할 수 있게 해준다.

[0039] 본 발명에 따른 다른 실시예에서, 디지털 카메라 폰(1202)은 또한 비디오 클립을 생성하며 저장한다. 비디오 클립은 저 해상도 비디오 이미지 프레임을 생성하기 위해서 이미지 센서 어레이(410)의 복수의 픽셀을 통합함에 의해서(예를 들어, 이미지 센서 어레이(410)의 각 4 열 x 4 행 면적 내에 있는 같은 색의 픽셀을 통합함에 의해서) 생성된다. 비디오 이미지 프레임은 예를 들어 두 번의 판독 당 15 프레임의 비율을 이용해서 일정한 간격으로 이미지 센서 어레이(410)로부터 판독된다.

[0040] 오디오 코덱(1232)은 디지털 프로세서(1222)에 연결되며, 마이크(Mic; 1234)로부터 오디오 신호를 수신한다. 오디오 코덱(1232)은 또한 스피커(1236)에 오디오 신호를 제공한다. 이러한 성분들은 전화 통화와 비디오 시퀀스나 정지 영상과 함께 오디오 트랙을 기록하거나 재생하기 위해 사용된다.

[0041] 스피커(1236)는 또한 본 발명에 따른 일 실시예에서 사용자에게 수신되는 전화 통화를 알려주기 위해 사용된다. 이것은 펌웨어 메모리(1224)에 저장된 표준 통화음을 사용하거나, 휴대폰 네트워크(1238)로부터 다운로드되어 메모리(1206)에 저장된 고객 통화음을 사용해서 수행될 수 있다. 추가적으로, 진동 장치(도시되지 않음)는 수신되는 전화 통화에 대해 침묵의(예를 들어, 들을 수 없는) 통지를 제공하기 위해서 사용될 수 있다.

[0042] 디지털 프로세서(1222)는 무선 모뎀(1240)에 연결되며, 이 무선 모뎀은 디지털 카메라 폰(1202)이 무선 주파수(RF) 채널(1242)을 통해 정보를 전송하며 수신할 수 있게 해준다. 무선 모뎀(1240)은 3GSM 네트워크와 같은 다른 RF 링크(도시되지 않음)를 사용해서 휴대폰 네트워크(1238)와 통신한다. 휴대폰 네트워크(1238)는 사진 서비스 공급자(1244)와 통신하며, 이 공급자는 디지털 카메라 폰(1202)으로부터 업로드된 디지털 이미지를 저장한다. 컴퓨팅 장치(1204)를 포함하는 다른 장치는 인터넷(1246)을 경유해서 이러한 이미지에 접속한다. 휴대폰 네트워크(1238)는 또한 본 발명에 따른 일 실시예에서 통상적인 전화 서비스를 제공해주기 위해 표준 전화 네트워크(도시되지 않음)에 연결한다.

[0043] 그래픽 사용자 인터페이스(도시되지 않음)는 디스플레이(1230) 상에 디스플레이되며 사용자 제어부(1248)들에 의해 제어된다. 사용자 제어부(1248)는 본 발명에 따른 실시예에서 전화 번호를 다이얼하기 위한 전용 푸시 버튼(예를 들어, 전화 키패드), 모드(예를 들어, "폰" 모드, "달력" 모드, "카메라" 모드)를 설정하기 위한 제어부, 4-방식 제어 (업, 다운, 좌, 우)를 포함하는 조이스틱 제어기, 및 푸시 버튼 중앙 "OK" or "선택" 스위치를 포함한다.

[0044] 도크(1251)는 디지털 카메라 폰(1202)에 있는 배터리(도시되지 않음)를 재충전한다. 도크(1251)는 디지털 카메라 폰(1202)을 도크 인터페이스(1252)를 통해 컴퓨팅 장치(1204)로 연결한다. 도크 인터페이스(1252)는 본 발명에 따른 일 실시예에서 USB 인터페이스와 같은 유선 인터페이스로서 구현된다. 대안적으로, 본 발명에 따른 다른 실시예에서, 도크 인터페이스(1252)는 블루투스나 IEEE 802.11b 무선 인터페이스와 같은 무선 인터페이스로 구현된다. 도크 인터페이스(1252)는 메모리(1206)로부터 컴퓨팅 장치(1204)로 다운로드되도록 사용된다. 도크 인터페이스(1252)는 또한 컴퓨팅 장치(1204)로부터 디지털 카메라 폰 내의 메모리(1206)로 달력 정보를 전달하기 위해 사용된다.

## 부호의 설명

100: 베이어 컬러 필터 어레이 패턴

101: 녹색 필터

102: 적색 필터

103: 청색 필터

104: 녹색 필터

105: 베이어 색 커널

112: 적색 광에 효과적인 개구

200: 포토다이오드 임플란트

201: 전송 게이트

202: 리셋 게이트

203: 소스/팔로워 트랜지스터

204: 출력

205: 부동 확산부

210: 측벽 분리부

211: N-도핑 층

212: 속박 임플란트

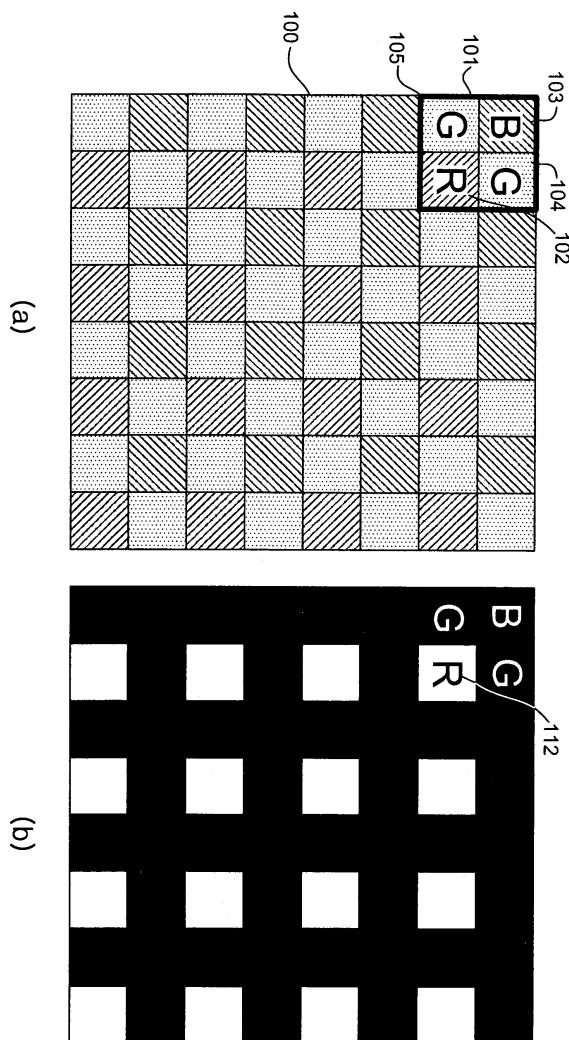
- 213: 리셋 드레인  
220: 활성층  
221: 유전체 층  
222: 반사 방지층  
230: 컬러 필터 어레이 층  
250: 수직 입사광  
300: 투명층  
301: 녹색/청색 픽셀  
302: 적색 픽셀  
303: 청색 픽셀  
304: 녹색/적색 픽셀  
310: 색 커널  
350: 접점  
400: 편 포토다이오드  
401: 이미지 센서 어레이  
401: 전송 게이트  
402: 적색 응답 곡선  
402: 리셋 게이트  
403: 폴리실리콘 게이트  
403: 청색 응답 곡선  
403: 베퍼  
404: 소스-팔로워 출력  
404: 금속 와이어  
404: 임플란트 영역  
404: 녹색 응답 곡선  
405: 임플란트 영역  
405: 변환 영역  
405: 부동 확산부  
410: 측벽 분리부  
412: 속박층  
413: 임플란트 영역  
413: 리셋 드레인  
420: 활성층  
501: 녹색 응답 곡선  
502: 적색 응답 곡선  
503: 청색 응답 곡선

- 504: 녹색 응답 곡선  
601: 녹색/청색 응답 곡선  
602: 적색 응답 곡선  
603: 청색 응답 곡선  
604: 녹색/적색 응답 곡선  
701: 470nm 광에 대한 세기 피크 영역  
702: 650nm 광에 대한 세기 피크 영역  
703: 420nm 광에 대한 세기 피크 영역  
704: 590nm 광에 대한 세기 피크 영역  
1010: 픽셀(303 및 304)을 통한 단면  
1011: 픽셀(301 및 302)을 통한 단면  
1020: 패턴 방식총  
1025: 패턴 마이크로 렌즈 어레이  
1030: 부식된 양의 투명총  
1040: 제 2 패턴 방식총  
1050: 부식된 양의 투명총  
1200: 영상 시스템  
1202: 영상 장치  
1204: 컴퓨팅 장치  
1206: 메모리  
1208: 렌즈  
1210: 마이크로 렌즈  
1212: 능동 픽셀 센서  
1214: 타이밍 발생기  
1216: 플래시  
1218: 아날로그/디지털 변환기  
1220: 버퍼 메모리  
1222: 프로세서  
1224: 펌웨어  
1226: 클록  
1228: RAM  
1230: 디스플레이  
1232: 오디오 코덱  
1234: 마이크  
1236: 스피커  
1238: 네트워크

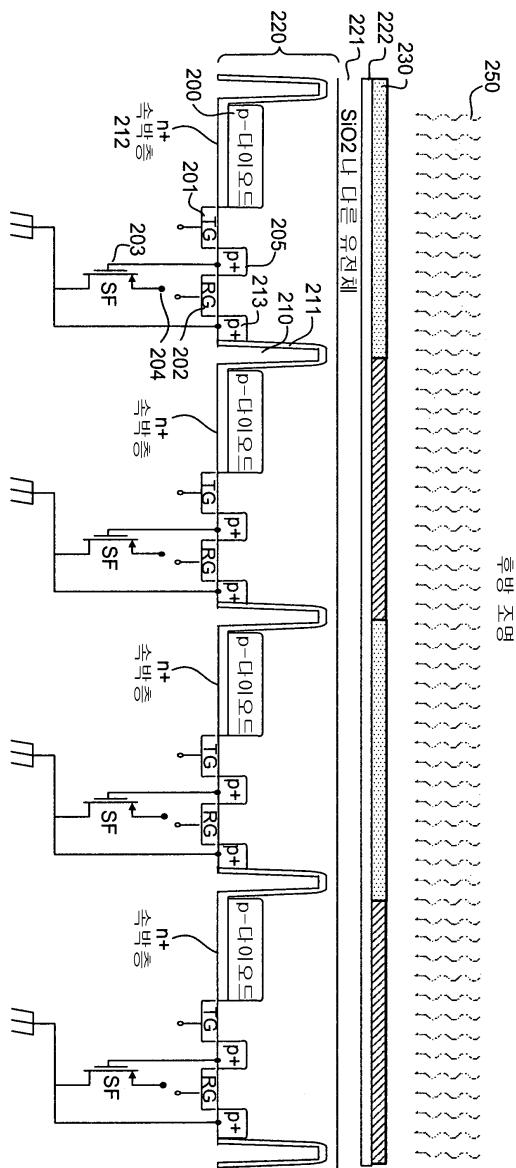
- 1240: 무선 모뎀  
 1242: 연결부  
 1244: 서비스 공급자  
 1246: 인터넷  
 1248: 사용자 제어부  
 1250: 픽셀 사이의 투명층 두께의 차이  
 1251: 도크  
 1252: 인터페이스  
 1320: 제 2 투명 물질층  
 1430: 마이크로 렌즈  
 1530: 마이크로 렌즈

### 도면

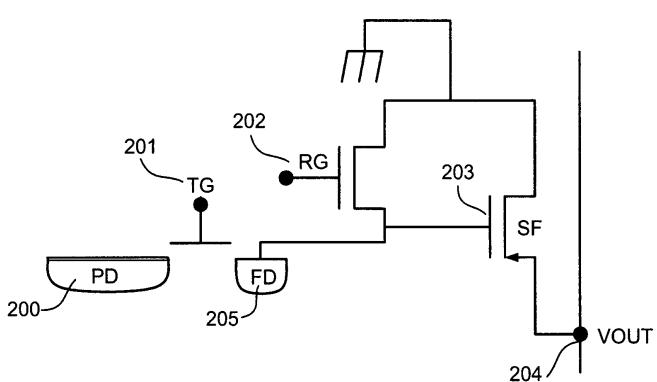
#### 도면1



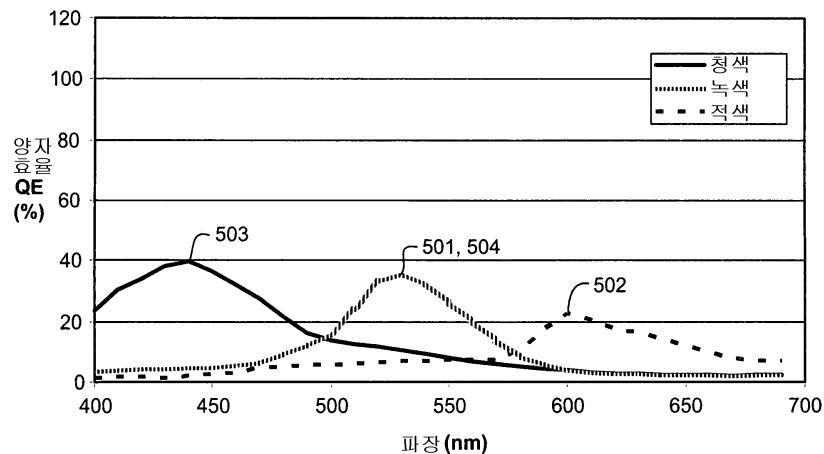
도면2



도면3



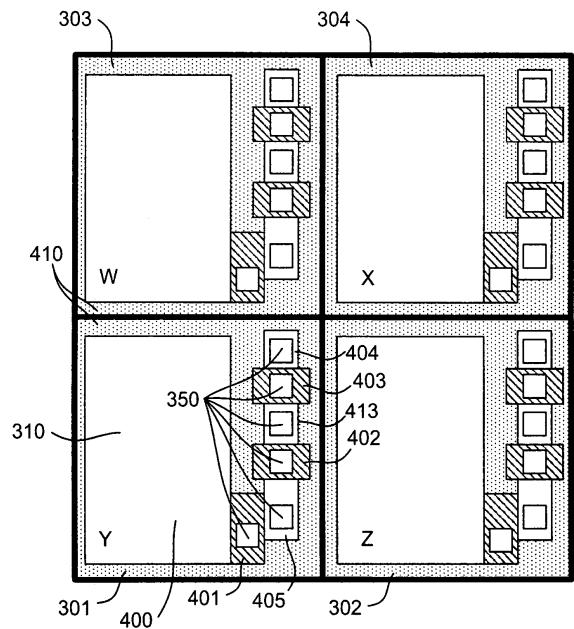
## 도면4



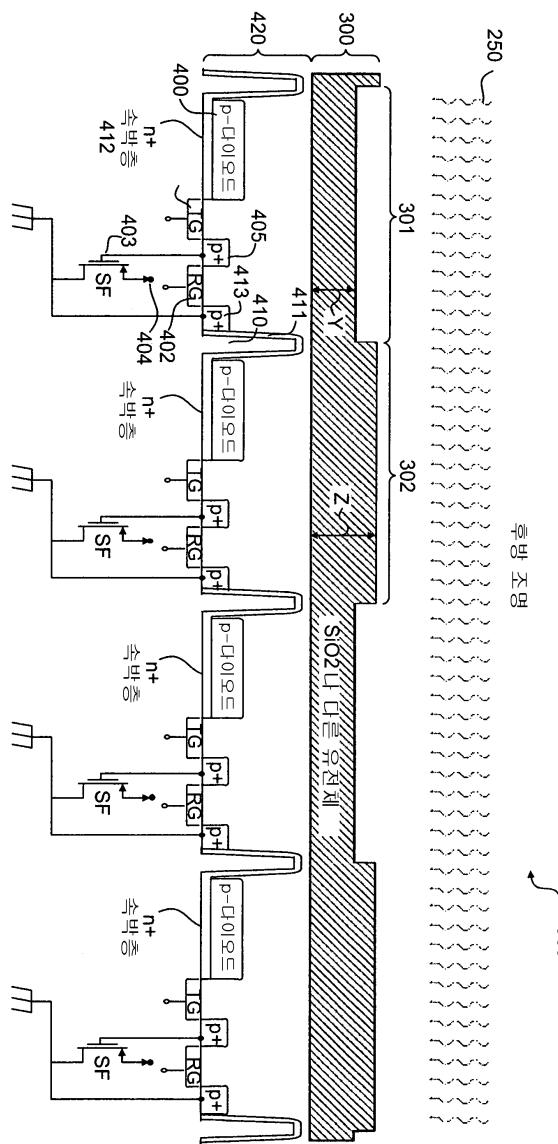
## 도면5

303 W	304 X	303	304	303	304	303	304
301 Y	302 Z	301	302	301	302	301	302
303	304	303	304	303	304	303	304
301	302	301	302	301	302	301	302
303	304	303	304	303	304	303	304
301	302	301	302	301	302	301	302
303	304	303	304	303	304	303	304
301	302	301	302	301	302	301	302

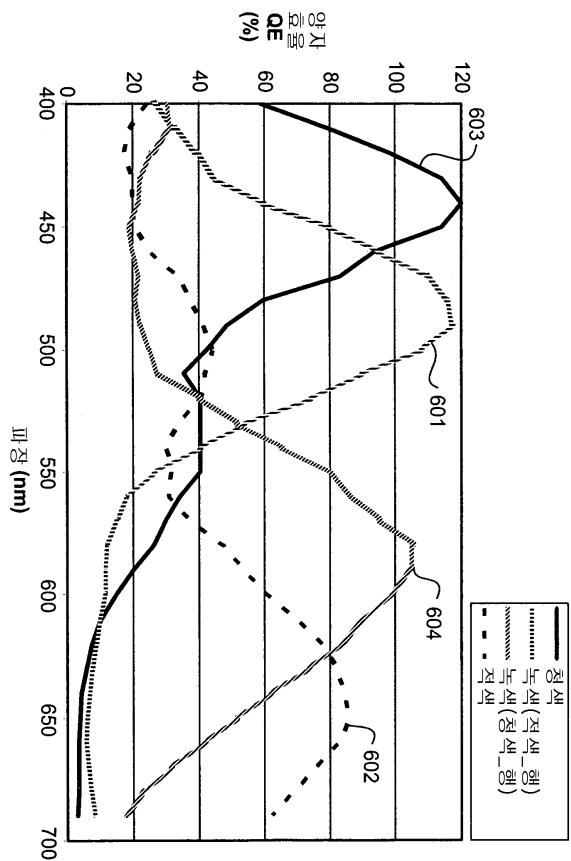
도면6



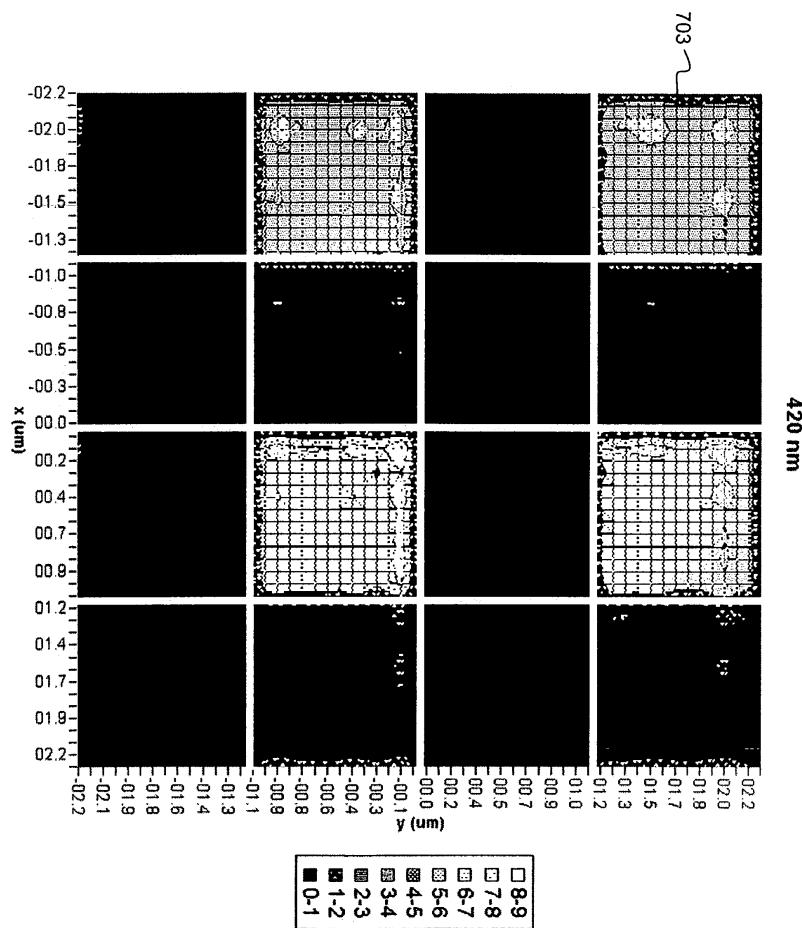
## 도면7



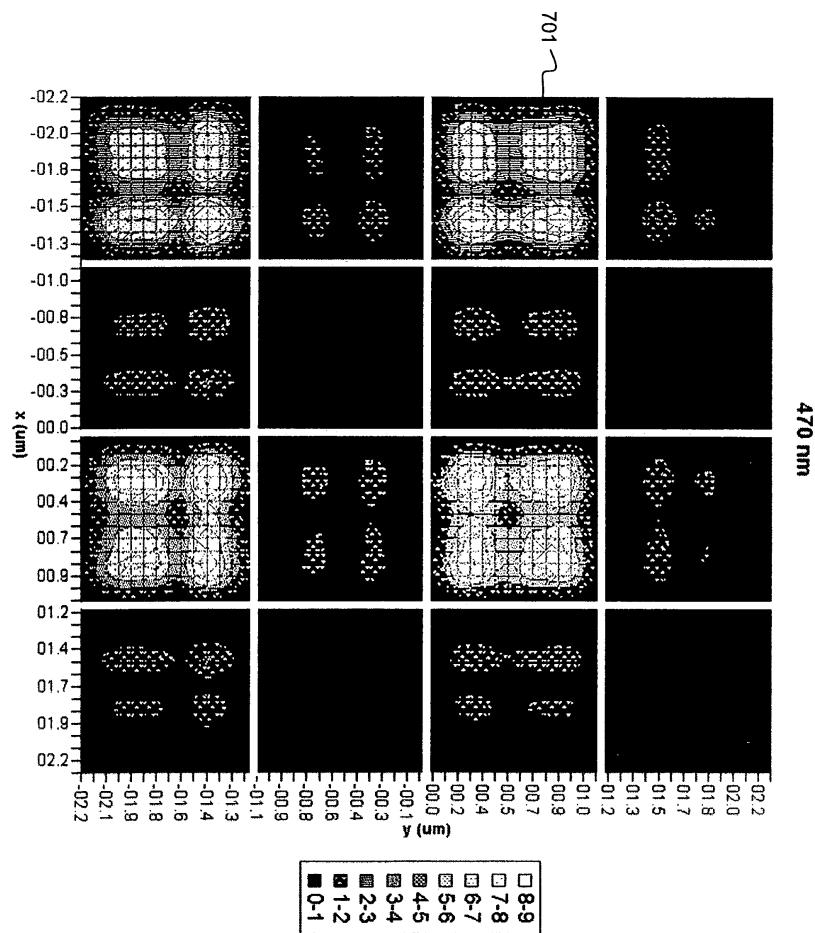
도면8



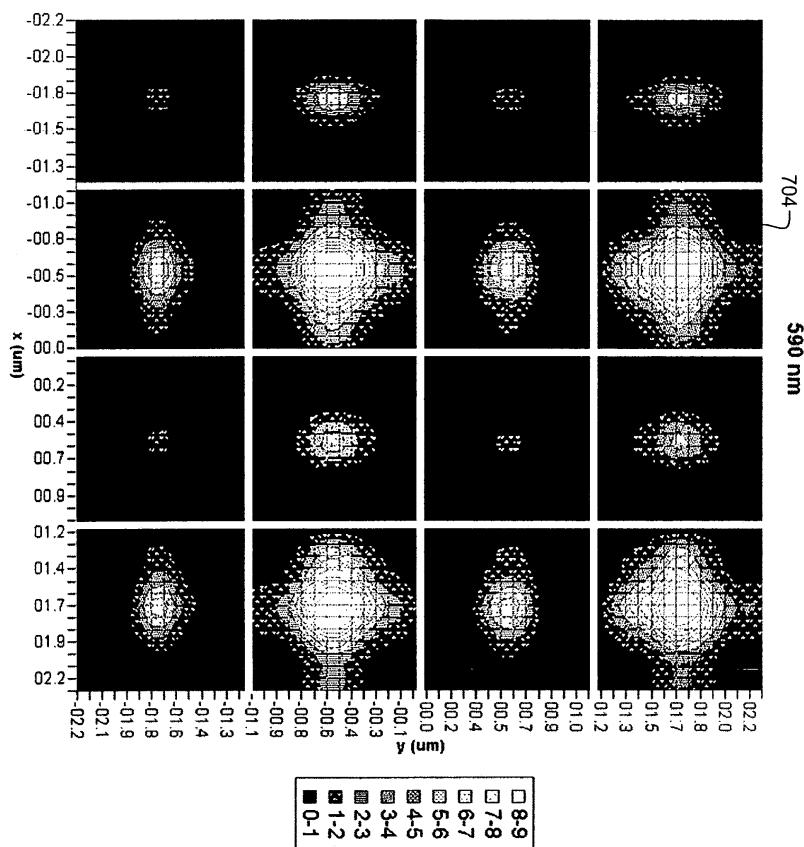
도면 9a



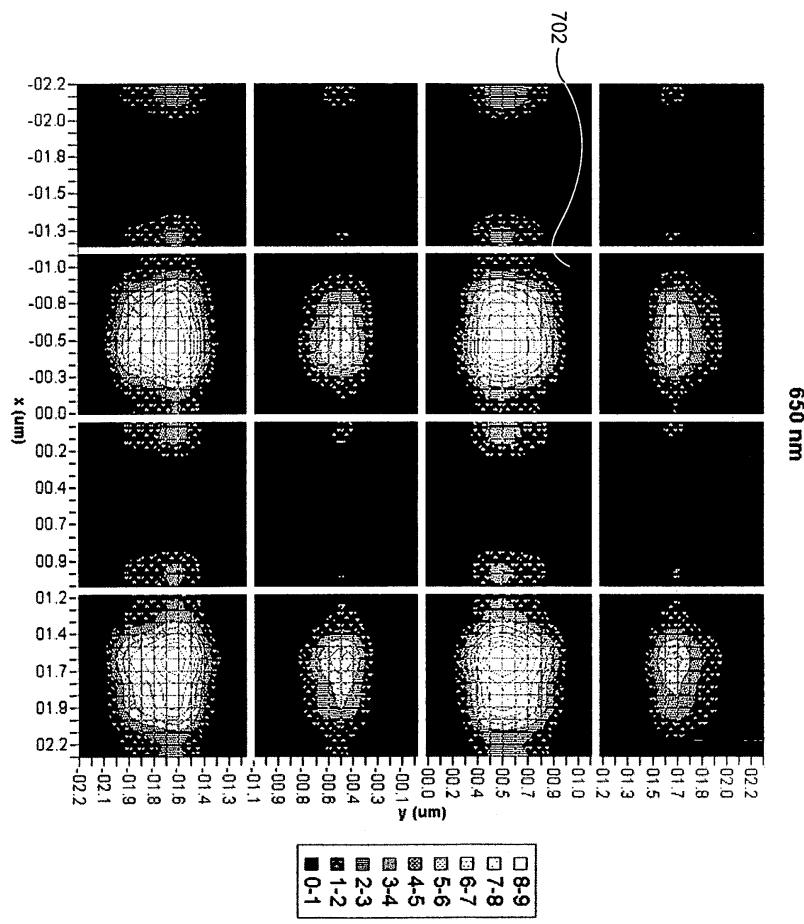
도면9b



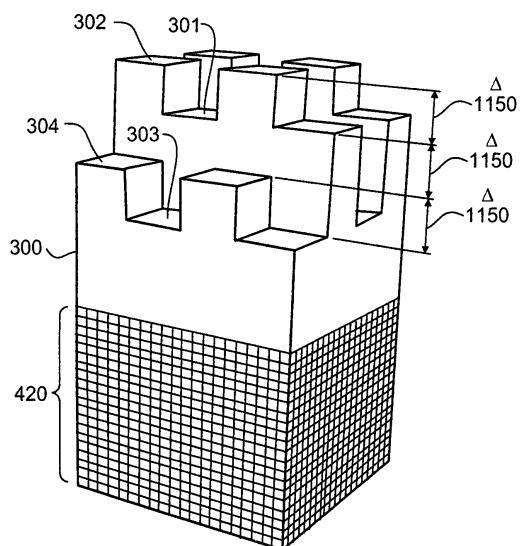
도면9c



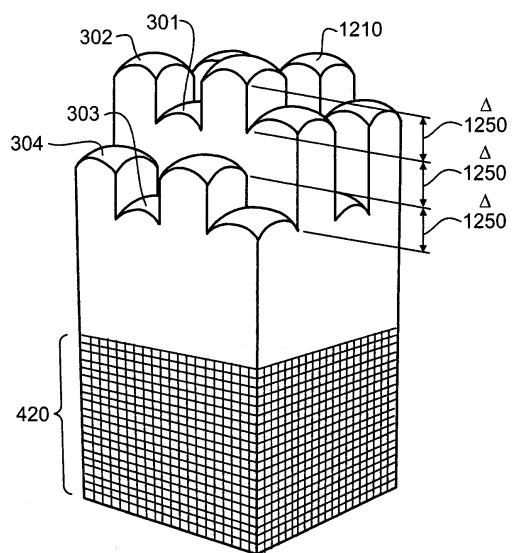
도면9d



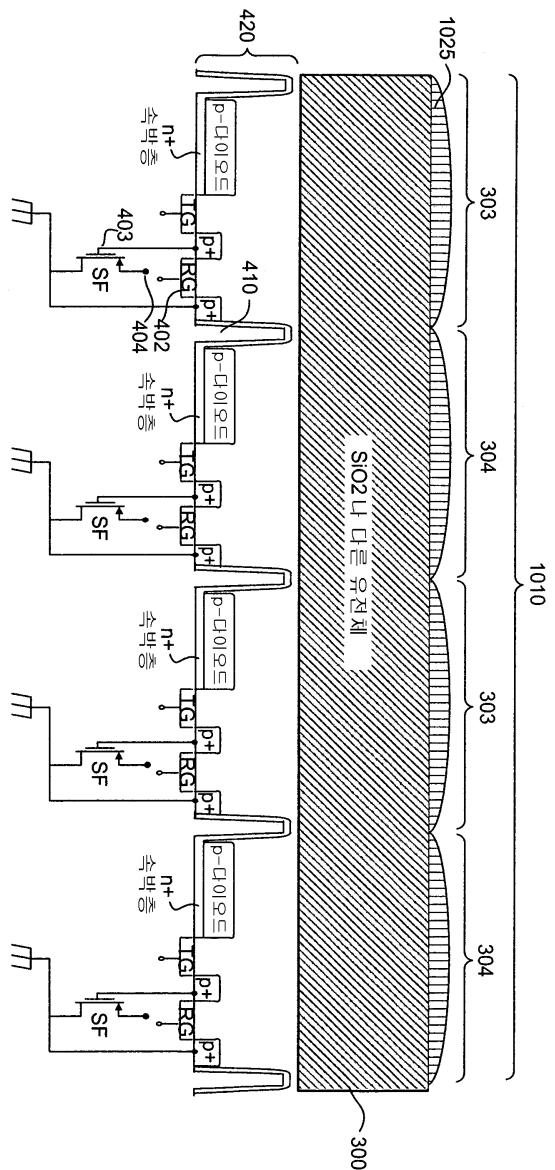
도면10



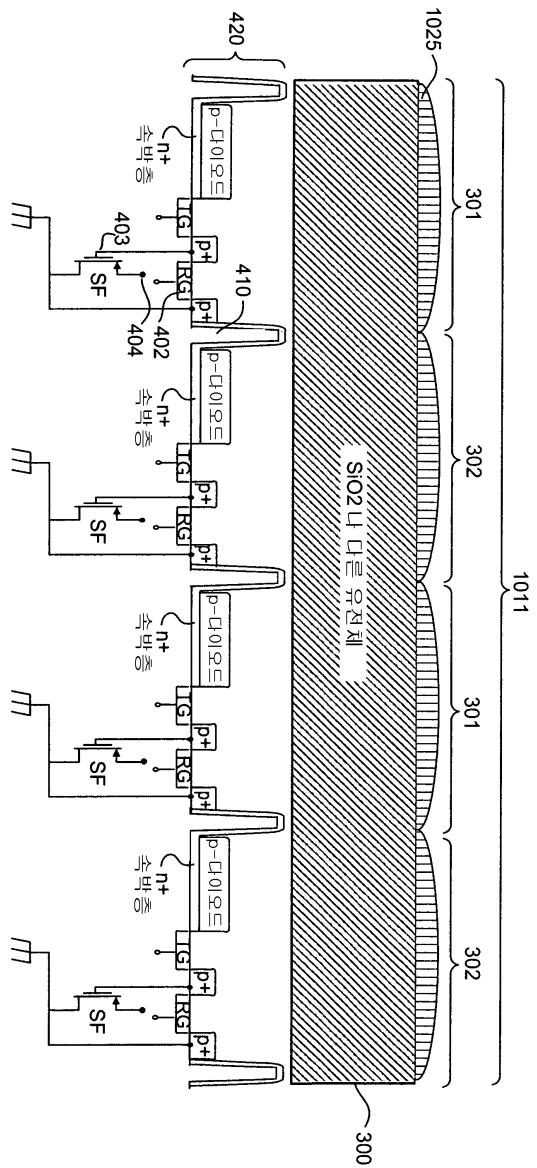
도면11



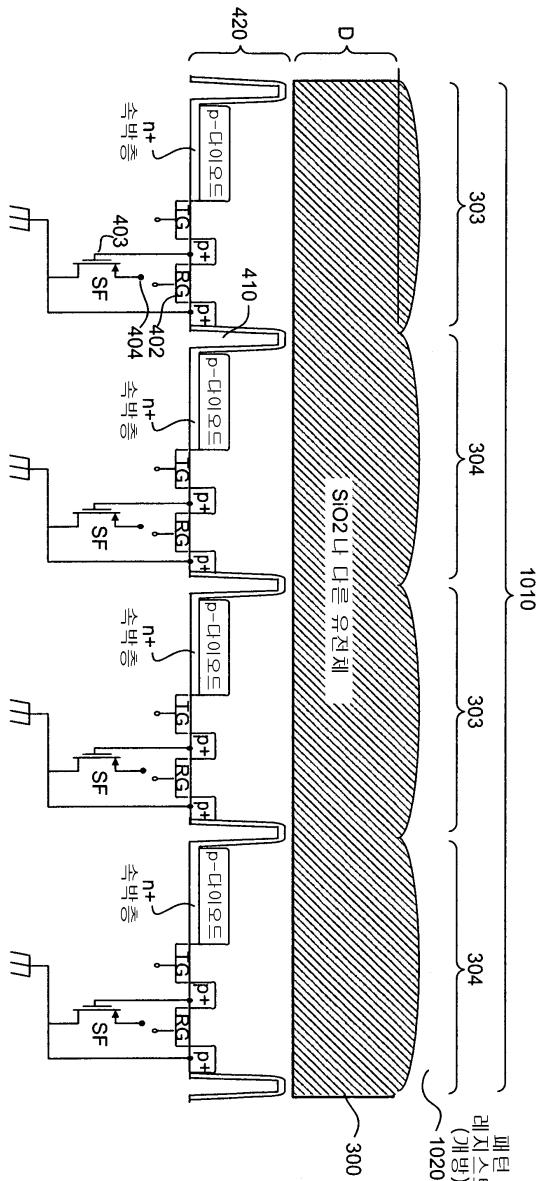
### 도면12a



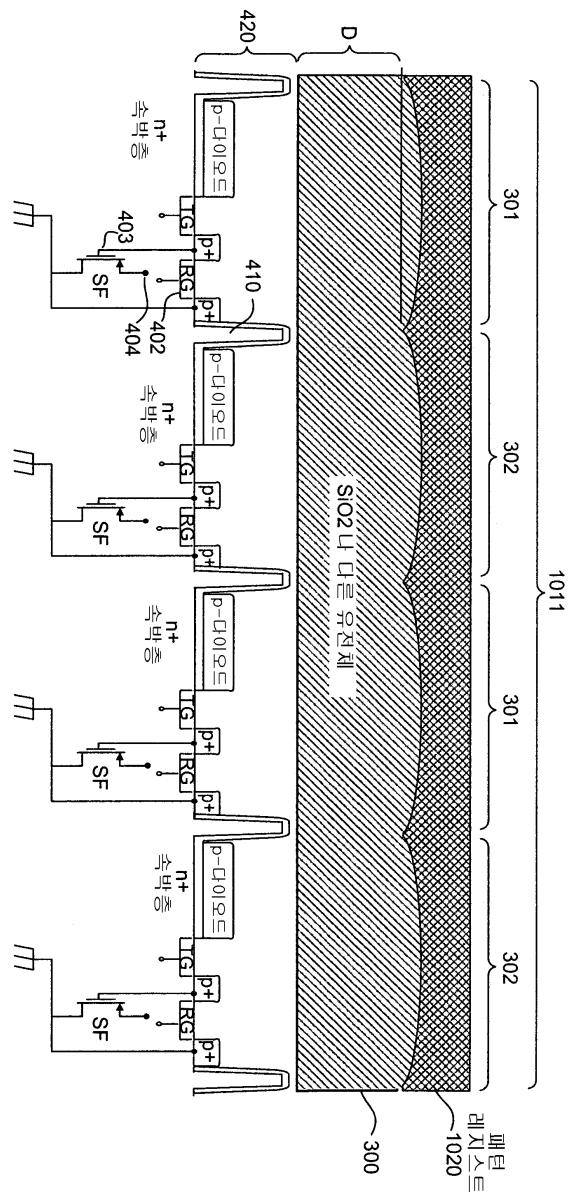
### 도면 12b



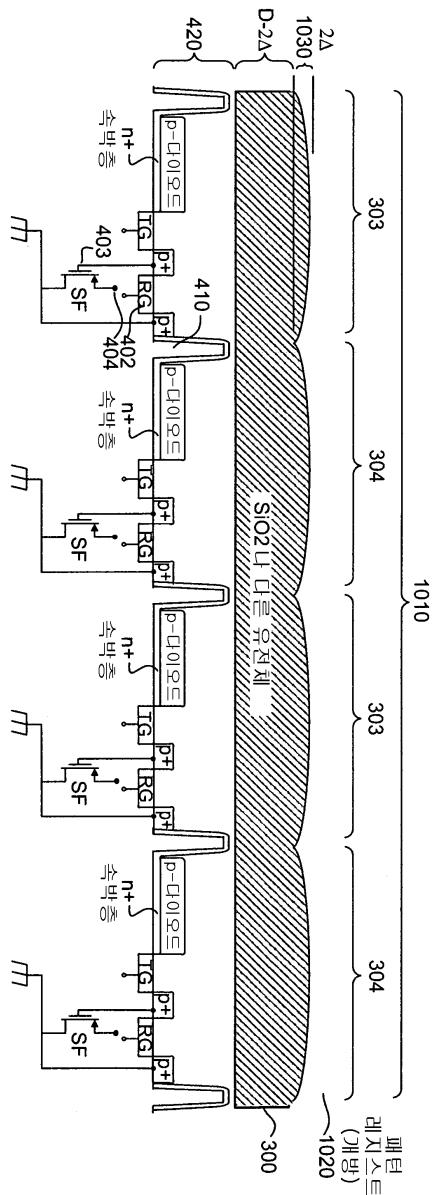
### 도면13a



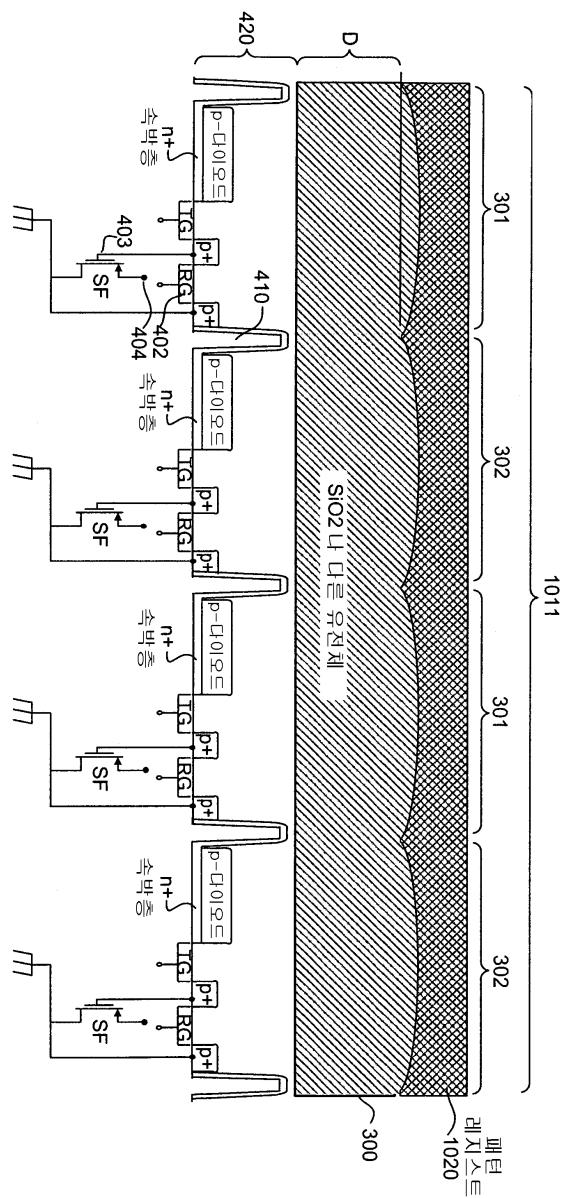
도면13b



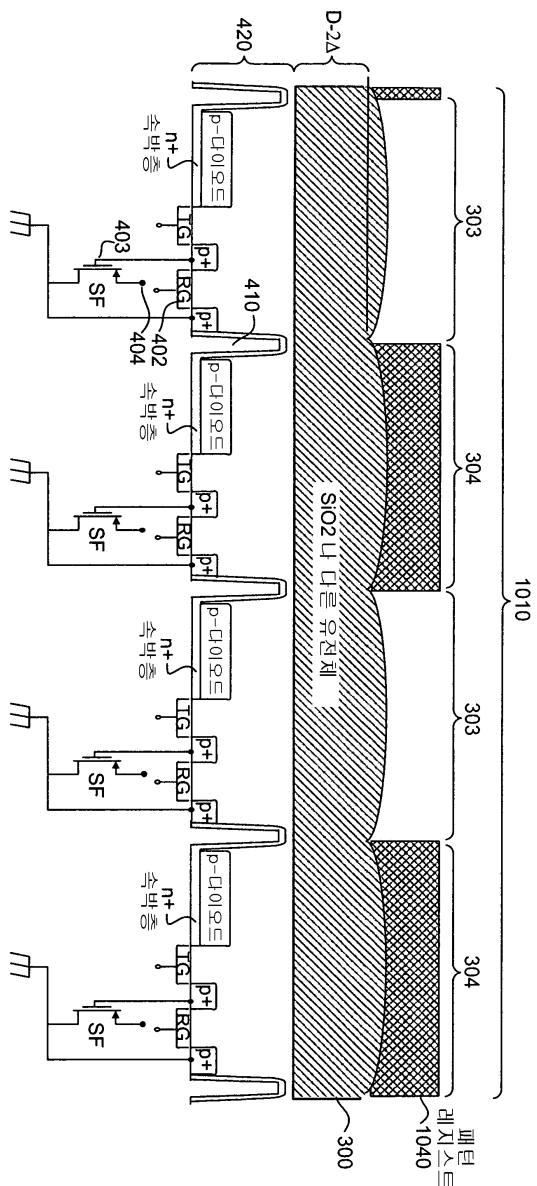
도면14a



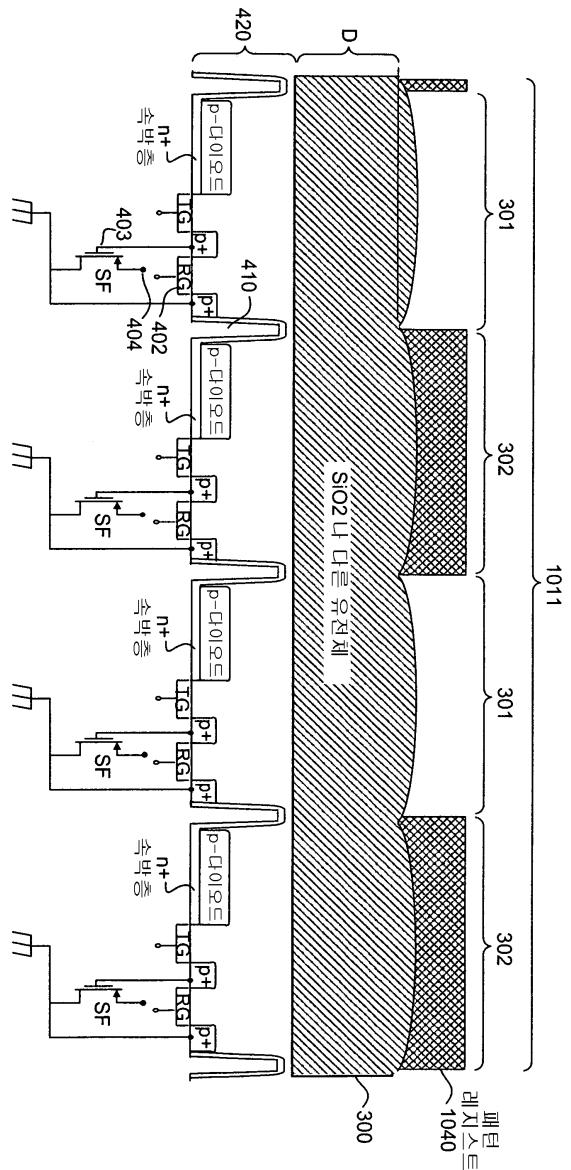
도면14b



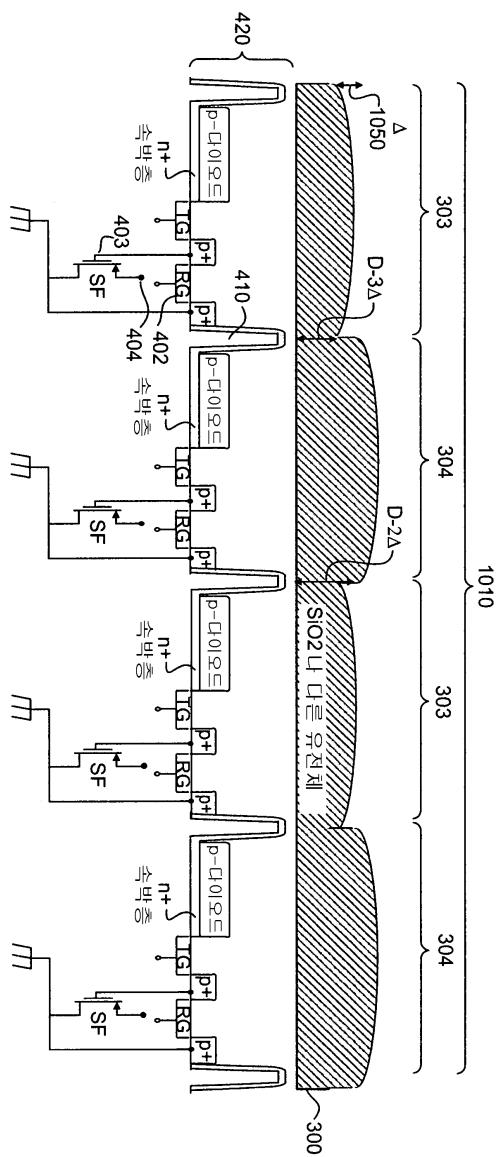
도면 15a



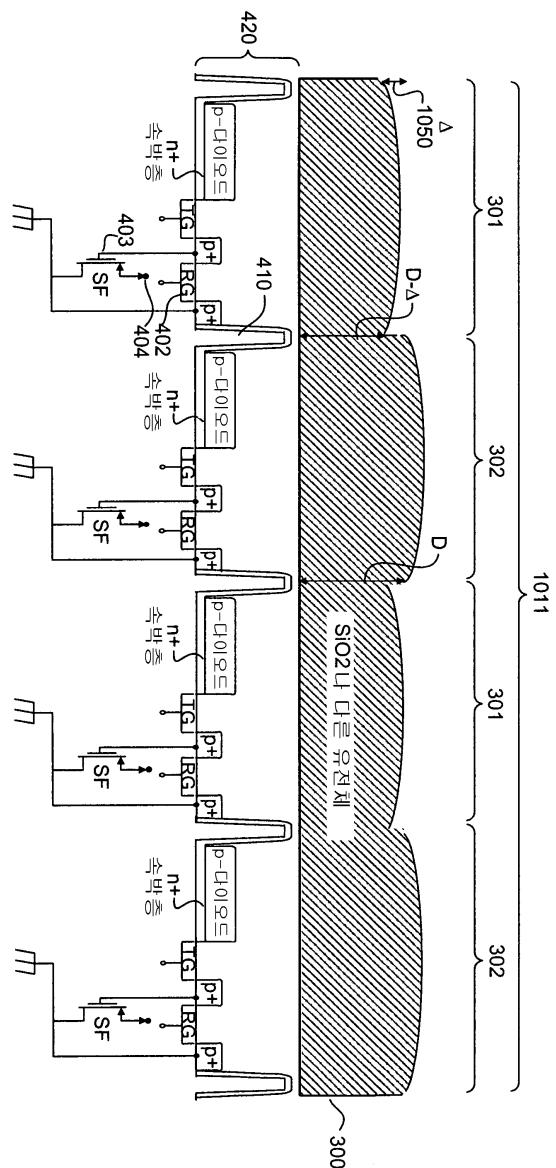
### 도면 15b



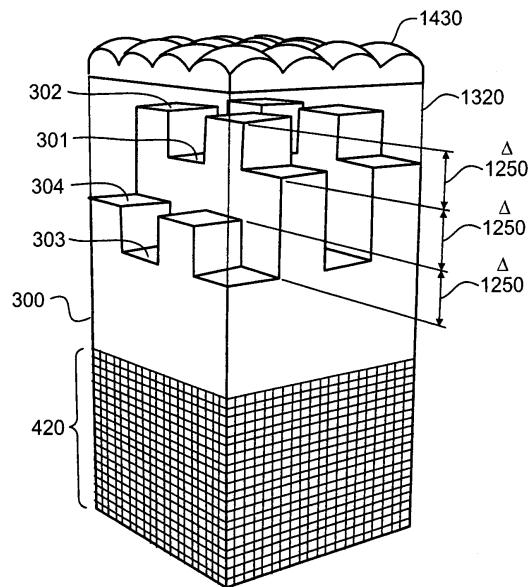
도면16a



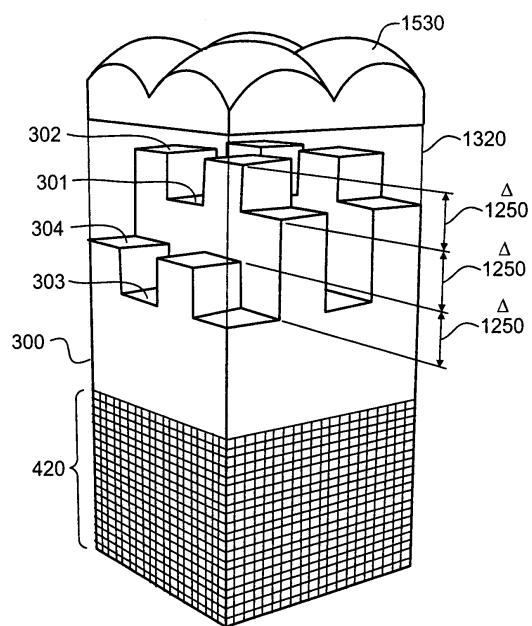
도면 16b



도면17



도면18



## 도면19

