

(19)대한민국특허청(KR)  
(12) 공개특허공보(A)

(51) Int. Cl.<sup>7</sup>  
H01L 27/146  
H01L 31/10  
H04N 5/335

(11) 공개번호 10-2005-0043754  
(43) 공개일자 2005년05월11일

(21) 출원번호	10-2004-7006826	(87) 국제공개번호	WO 2003/041174
(22) 출원일자	2004년05월04일	(43) 공개일자	2005년05월11일
번역문 제출일자	2004년05월04일		
(86) 국제출원번호	PCT/JP2002/011493	(87) 국제공개번호	WO 2003/041174
국제출원출원일자	2002년11월05일	국제공개일자	2003년05월15일

(30) 우선권주장 JP-P-2001-00340075 2001년11월05일 일본(JP)

(71) 출원인 코야나기 미즈마사  
일본, 981-1245 미야기켄, 나토리시, 유리가오카, 1-22-5

(72) 발명자 코야나기 미즈마사  
일본, 981-1245 미야기켄, 나토리시, 유리가오카, 1-22-5

(74) 대리인 이재민

심사청구 : 없음

(54) 고체 영상센서 및 그 제조방법

명세서

기술분야

본 발명은 고체 영상센서 및 그 제조방법에 관한 것으로서, 구체적으로는 미소렌즈가 배열되어 있는 고체 영상센서 및 이 센서를 제조하는 방법에 관한 것이다.

배경기술

종래에, 외부 영상정보를 취득하여 전기신호로 변환하는 다양한 고체 영상취득 장치(디지털카메라, 팩시밀리 등)가 널리 사용되고 있다. 이러한 고체 영상센서(solid-state image sensor)는 크게, 화소영역이 일방향으로(즉, 1차원적으로) 정렬되어 있는 "선형센서(line sensor)"와, 화소영역이 면상으로(즉, 2차원적으로) 배열되어 있는 "면상센서(area sensor)"로 대별된다. 이러한 종래의 고체 영상센서는 다음과 같이 구성된다.

즉, 반도체 수광소자(light-receiving element)가 화소영역에 상응하여 일정하게 배열된다. 외부 영상으로부터의 광은 화소영역에 있는 각 소자에 의해 개별적으로 수광되어 광의 세기에 따른 전기신호로 변환된다. 다른 말로, 영상정보가 각 화소의 소자에 의해 광전자적으로 변환된다. 다음에, 이렇게 얻어진 전기신호는 전하결합 소자(CCD)나 시프트레지스터 등의 신호전달 회로에 의해 소정의 신호처리 회로로 전달된다. 신호처리 회로에서는 소정 방법으로 신호처리하여 영상을 재생한다. 여기서, 반도체 수광소자로는, 예를 들어 포토다이오드(PD), 포토트랜지스터, 또는 MOS 커패시터가 사용된다.

또한, 이러한 종래의 고체 영상센서의 패키지 유형을 보자면, 상기 반도체 수광소자와 신호전달 회로와 신호처리 회로는 반도체칩의 형태로 형성된다. 이 반도체칩은 수광창(window)이 형성되어 있는 패키지 내에 설치된다. 외부 영상의 광은, 일차적으로 패키지의 수광창으로 들어와 광입사경로(light-introducing path), 즉, 패키지 내에 형성되어 있는 경로를 통해 칩의 각 수광소자에 입사된다. 이 광입사경로를 가능한한 짧게 하기 위하여 칩에 설치되는 소자들은 패키지의 수광창에 근접하여 위치한다.

한편, 최근 몇 년 동안에 반도체칩들을 적층한 3차원 구조의 반도체 영상센서가 발표되었다. 예를 들어, 1999년에 쿠리노 등(Kurino et al.)은 "3차원 구조의 지능형 영상센서칩(Intelligent Image Sensor Chip with Three-Dimensional Structure)"이라는 논문을 발표하였다(IDEM Technical Digest, pp. 36.4.1-36.4.4, 1999).

이러한 영상센서칩은 4층 구조를 갖는데, 제1층에는 프로세서 어레이(processor array)와 출력회로(output circuit)가 위치하고, 제2층에는 데이터래치(data latch)와 마스크회로(masking circuit)가 위치하며, 제3층에는 증폭기(amplifier)와

AD컨버터(analog-to-digital converter)가 위치하고, 제4층에는 영상센서 어레이(image sensor array)가 위치한다. 상기 영상센서 어레이의 최상부 표면에는 미소렌즈 어레이(microlens array)가 형성되어 있는 석영유리층이 덮고 있다. 상기 미소렌즈 어레이는 석영유리층의 표면에 형성되어 있다. 영상센서 어레이에 있는 각 영상센서의 반도체 수광소자로서 포토다이오드가 형성되어 있다.

또한, 상기 4층 구조를 이루는 각 층 상호간은, 접착제에 의해 기계적으로 연결되고, 도전성 충전물(conductor plug)을 이용한 상호연결선 및 이들 상호연결선과 접촉되는 미소범프 전극(microbump electrode)에 의해 전기적으로 연결된다.

리 등(Lee et al.)은 "고도로 평행한 영상처리칩 집적기술의 개발(Development of Three-Dimensional Integration Technology for Highly Parallel Image-Processing Chip)"이라는 논문을 발표하였다(Japan Journal of Applied Physics, Vol. 39, pp. 2474-2477, 2000. 4.).

상기 리 등의 영상센서칩은 상기 쿠리노 등이 발표한 논문의 고체 영상센서와 거의 같은 구조를 갖는다.

일반적인 구성을 갖는 상술한 종래의 고체 영상센서를 구성상 관점에서 볼 때, 외부의 광정보는 패키지의 수광창을 통해 반도체칩의 수광소자에 감지되어 광정보에 상응하는 전기신호가 발생한다. 그리고 이 전기신호는 CCD나 시프트레지스터를 사용하는 신호전달 회로를 포함하는 신호처리 회로로 전달된다. 따라서 수광소자가 광을 감지한 시점과 신호처리 회로가 신호처리를 시작하는 시점 사이에 시간지연이 생기게 되고, 결과적으로 신호처리 속도의 향상을 요구하는 최근의 경향을 만족할 만큼의 고속 동작(예를 들어, GHz 대의 동작주파수)을 할 수 없는 문제가 발생한다. 게다가, 패키지와 반도체칩이 별도로 형성되기 때문에 고체 영상센서의 사이즈가 크다는, 다른 문제가 발생한다.

제조공정상의 관점에서 볼 때에는, 상기 종래의 고체 영상센서에서는 패키지가 반도체칩과 별도로 형성되어, 칩이 패키지 내에 설치되어야 한다. 따라서 제조공정이 복잡한 문제가 있다.

이와 달리, 상기 두 가지 논문에 개시된 고체 영상센서에서는, 영상센서 어레이의 최상부 표면에 석영유리층이 덮여 있고 이 석영유리층에 미소렌즈 어레이가 형성되며, 필요한 신호처리 회로(예를 들어, 프로세서와 증폭기)가 내부에 설치된다. 따라서 상기 영상센서는 동작속도의 문제를 해결할 수 있다.

그러나 석영유리층의 표면에 미소렌즈 어레이를 형성하는 것은 쉽지 않으며 이를 실현하기 위하여 정교한 기술이 필요한 문제가 있다. 또한, 다수의 반도체칩이 3차원 구조로 적층되기 때문에 제조공정상의 단순화가 여전히 요구되는 문제가 있다.

### 발명의 상세한 설명

본 발명은 상기의 문제점을 해결하기 위하여 창안된 것으로서, 본 발명의 목적은 별도의 정교한 기술없이도 용이하게 제조 가능한 이른바 칩사이즈 패키지(chip-size package)를 갖는 고체 영상센서 및 이 영상센서를 제조하는 방법을 제공하는 것이다.

본 발명의 다른 목적은 최근의 신호처리 속도의 증가 요청에 부응하기에 충분한 높은 동작속도(예컨대, GHz대의 동작주파수)에서 동작하는 고체 영상센서 및 이 영상센서를 제조하는 방법을 제공하는 것이다.

본 발명의 또다른 목적은 입력되는 전기신호를 증폭하는 다양한 회로와 신호처리 회로를 필요에 따라 통합할 수 있는 고체 영상센서 및 이 영상센서를 제조하는 방법을 제공하는 것이다.

본 발명의 또다른 목적은 고속, 고감도, 고성능의 초소형 고체 영상센서 및 이 영상센서를 제조하는 방법을 제공하는 것이다.

여기에 구체적으로 언급하지 않은 다른 목적들은 이하의 상세한 설명에 의해 명백해질 것이다.

표면에 일정한 간격으로 배열된 화소영역을 포함하는, 본 발명의 제1측면에 따른 고체 영상센서는,

(a) 상기 화소영역에 대응하여 배열되며, 조사되는 광에 따라 전기적 신호를 생성하는 반도체 수광소자와, 상기 반도체 수광소자에 광이 조사되도록 하는 광전달 영역을 포함하는 수광소자층,

(b) 상기 광전달 영역을 통하여, 상기 수광소자층의 반도체 수광소자에 광을 전달하는 광도입층,

(c) 상기 수광소자층의 반도체 수광소자에 의해 생성된 전기신호를 외부로 출력하는 출력단자를 포함하는 출력층을 포함하며,

상기 광도입층은

(b-1) 상기 화소영역에 대응하여 상기 수광소자층의 광전달 영역 상에 형성되는 미소렌즈,

(b-2) 상기 광전달 영역 상에 형성되어 상기 미소렌즈를 수용하는 캐비티를 구성하는 지지벽,

(b-3) 상기 지지벽에 부착되어 캐비티를 형성하기 위한 광투과성 덮개를 포함하고,

상기 영상센서는 상기 덮개를 통해 상기 캐비티로 도입된 외부광이 상기 미소렌즈를 통하여 상기 수광소자층의 반도체 수광소자에 조사되도록 구성된다.

본 발명의 제1측면에 따른 고체 영상센서에서는, 수광소자층, 광도입층, 출력층이 제공된다. 상기 광도입층에는, 미소렌즈, 지지벽, 광투과성 덮개가 포함된다. 상기 영상센서는 상기 덮개를 통해 상기 캐비티로 도입된 외부광이 상기 미소렌즈를 통하여 상기 수광소자층의 반도체 수광소자에 조사되도록 구성된다.

따라서 본 발명의 제1측면에 따른 영상센서에서는, 외부광을 도입하는 광도입층과 외부광에 상응하는 전기신호를 출력하는 출력층을, 반도체 수광소자를 포함하는 수광소자층과 결합한다. 또한, 외부광을 도입하는 광도입층은 지지벽과 덮개에 의해 형성되는 캐비티와, 이 캐비티에 수용되는 미소렌즈를 포함하고, 상기 광도입층은 미소렌즈를 포함하는 광도입 패키지로써의 기능을 수행한다. 따라서 본 발명에 따른 영상센서는 광도입 패키지를 수광소자층 및 출력층과 결합한 구성을 갖는다고 말할 수 있다.

또한, 광도입층의 미소렌즈, 지지벽 및 캐비티는, 반도체소자 제조에 사용되고 있는 공지의 마이크로 패브리케이션(micro-fabrication) 기술에 의해 형성할 수 있으며, 이에 따라 미소렌즈를 포함하고 있는 광도입 패키지를 칩 크기로 소형화할 수 있다. 즉, 본 발명에 따른 영상센서를 칩사이즈 광도입 패키지로 형성할 수 있다.

제조공정에 관해서 볼 때, 본 발명의 제1측면에 따른 고체 영상센서는, 광도입 패키지가 수광소자층 및 출력층과 통합된 구성을 갖는다. 따라서 반도체칩으로부터 분리하여 패키지를 형성하는 공정과 패키지에 칩을 실장하는 공정이 불필요해지고, 이에 따라 제조공정이 단순화된다. 또한, 미소렌즈가 석영유리층에 형성되는 것이 아니라 수광소자층의 광전달 영역(일반적으로 SiO<sub>2</sub> 등의 절연막에 의해 형성됨)에 형성되기 때문에, 석영유리층 표면에 미소렌즈를 형성하기 위한 별도의 정교한 기술을 요하지 않는다.

수광소자층과 출력층을 제조하기 위하여, 다수의 반도체칩을 적층하여 3차원 구조를 형성하는 공지의 적층기술(즉, 위치를 정렬하여 기판을 접착제로 접합하여 적층하는 기술)을 사용할 수 있다. 따라서 수광소자층과 출력층을 각각 반도체칩에 형성하고 나서 상호 적층하여 통합한다면 수광소자층과 출력층을 용이하게 제조할 수 있을 것이다.

이로써, 본 발명의 제1측면에 따른 고체 영상센서는, 그 제조에 특별히 고도한 기술이 불필요하며, 용이하게 제조하는 것이 가능하다.

동작속도의 측면에서 볼 때, 광도입층의 미소렌즈는 수광소자층의 광전달영역 상에 위치한다. 따라서 미소렌즈를 광전달 영역에 가능한 한 가깝게 위치시키는 것이 가능하며, 미소렌즈를 통한 외부광이 반도체 수광소자에서 바로 전기신호로 변환될 수 있다. 이 전기신호는 수광소자층에서 바로 출력층을 통해 외부로 출력될 수 있다. 결과적으로, 외부광을 변환하여 얻은 전기신호에 대응하는 배선의 길이를 대폭 짧게 할 수 있다. 또한 이 전기신호는 CCD를 사용하여 축차적으로 전송할 필요도 없다. 따라서 최근의 신호처리 속도향상의 요청에 부응하여 충분히 높은 동작속도(예컨대 GHz대의 동작주파수)를 얻을 수 있다.

기능적 측면에서 볼 때, 본 발명의 제1측면에 따른 영상센서에서는, 입력되는 전기신호를 증폭하는 증폭회로와 신호처리 회로 등의 다양한 회로를 수광소자층 및/또는 출력층에 용이하게 통합할 수 있다. 이와는 달리, 원하는 신호처리 회로를 포함하는 신호처리 회로층을 별도로 구성하여, 이 신호처리 회로층을 수광소자층과 출력층 사이에 용이하게 삽입할 수 있다. 결과적으로, 입력되는 전기신호를 증폭하는 증폭 회로와 신호처리 회로 등의 다양한 회로를 필요에 따라 영상센서에 통합시킬 수 있다.

위에서 설명한 것과 같이, 본 발명의 제1측면에 따른 고체 영상센서에 의하면, 고속, 고감도, 고성능의 초소형 고체 영상센서를 얻을 수 있다.

본 발명의 제1측면에 따른 영상센서의 바람직한 실시예에 따르면, 광도입층의 각 미소렌즈는 연속 모양으로 형성되는 섬 형태의 광투과성 막으로 형성된다. 이는 그 제조방법을 단순화할 수 있기 때문이다.

상기 미소렌즈는 수광소자층의 광전달 영역의 표면에 위치하는 것이 바람직하다. 미소렌즈와 반도체 수광소자 사이의 거리를 줄일 수 있기 때문이다.

상기 광도입층의 지지벽은 접착제에 의해 상기 광전달 영역의 표면에 부착되는 경질 재료를 포함하는 것이 바람직하다. 경질재료로서는, 반도체, 세라믹, 플라스틱, 또는 금속 및 소정의 강도(즉, 지지강도)를 갖는 재료라면 어떠한 재료도 사용할 수 있다.

본 발명의 제1측면에 따른 영상센서의 다른 바람직한 실시예에 따르면, 수광소자층 또는 출력층 또는 인터포저는, 상기 수광소자에 의해 생성된 전기신호를 처리하는 적어도 하나의 반도체소자를 포함한다. 이 실시예에서는 수광소자에서 생성된 전기신호에 대해 소정의 처리를 가한 후에 출력할 수 있는 이점이 있다.

본 발명의 제1측면에 따른 영상센서의 또다른 바람직한 실시예에 따르면, 상기 수광소자층의 수광소자에는 적어도 하나의 포토다이오드, 포토트랜지스터, 및 MOS 트랜지스터가 포함된다.

본 발명의 제1측면에 따른 영상센서의 또다른 바람직한 실시예에 따르면, 상기 출력층 또는 인터포저는 반도체기판에 매립된 상호연결선을 갖는다. 수광소자층의 반도체 수광소자에 의해 생성된 전기신호는 상기 매립된 상호연결선을 통해 상기 출력층 또는 인터포저의 출력단자로 전송된다.

본 발명의 제1측면에 따른 영상센서의 또다른 바람직한 실시예에 따르면, 상기 수광소자층의 광전달 영역은 절연막, 또는 절연막 및 반도체기판으로 형성된다.

본 발명의 제1측면에 따른 영상센서의 또다른 바람직한 실시예에 따르면, 상기 수광소자층과, 출력층 또는 인터포저 사이에 신호처리층이 추가로 포함되며, 이 신호처리층은 상기 반도체 수광소자에 의해 생성된 전기신호에 소정의 신호처리를 가하는 신호처리 회로를 포함한다.

또한, 본 발명의 제1측면에 따른 영상센서에서, 광투과성 덮개는, 광투과 특성을 갖고 지지벽에 부착되어 캐비티를 형성할 수 있는 한 어떠한 구조를 가져도 무관하다. 이 덮개는 캡 형상 등과 같은 임의의 형태를 가질 수 있다.

본 발명의 제2측면에 따른, 표면에 일정한 간격으로 배열된 화소영역을 포함하는 고체 영상센서를 제조하는 방법은

(a) 상기 화소영역에 대응하여 배열되며, 조사되는 광에 따라 전기적 신호를 생성하는 반도체 수광소자와, 상기 반도체 수광소자에 광이 조사되도록 하는 광전달 영역을 포함하는 수광소자층을 형성하는 단계,

(b) 상기 광전달 영역을 통하여, 상기 수광소자층의 반도체 수광소자에 광을 전달하는 광도입층을 형성하는 단계,

(c) 상기 수광소자층의 반도체 수광소자에 의해 생성된 전기신호를 외부로 출력하는 출력단자를 포함하는 출력층 또는 인터포저를 형성하는 단계를 포함하며,

상기 광도입층을 형성하는 (b) 단계는

(b-1) 상기 화소영역에 대응하여 상기 수광소자층의 광전달 영역 상에 형성되는 미소렌즈를 형성하는 단계,

(b-2) 상기 광전달 영역 상에 형성되어 상기 미소렌즈를 수용하는 캐비티를 구성하는 지지벽을 형성하는 단계,

(b-3) 상기 지지벽에 광투과성 덮개를 부착하여 캐비티를 형성함으로써, 상기 덮개를 통해 상기 캐비티로 도입된 외부광이 상기 미소렌즈를 통하여 상기 수광소자층의 반도체 수광소자에 조사되도록 하는 단계를 포함한다.

본 발명의 제2측면에 따른, 고체 영상센서 제조방법에 있어서, (a) 단계에서는 반도체 수광소자를 포함하는 수광소자층이 형성되고, 광전달 영역은 상기 반도체 수광소자에 광이 조사되도록 한다. (b) 단계에서는, 상기 광전달 영역을 통하여 상기 수광소자층의 반도체 수광소자에 광을 전달하는 광도입층이 형성된다. (c) 단계에서는, 상기 수광소자층의 반도체 수광소자에 의해 생성된 전기신호를 외부로 출력하는 출력단자를 포함하는 출력층 또는 인터포저를 형성한다.

또한, 상기 광도입층을 형성하는 (b) 단계에서는, 상기 화소영역에 대응하여 상기 수광소자층의 광전달 영역 상에 배열되는 미소렌즈를 형성하는 (b-1) 단계와, 상기 미소렌즈를 수용하는 캐비티를 구성하는 지지벽을 상기 광전달 영역 상에 형성하는 (b-2) 단계와, 상기 지지벽에 광투과성 덮개를 부착하여 캐비티를 구성함으로써, 상기 덮개를 통해 상기 캐비티로 도입된 외부광이 상기 미소렌즈를 통하여 상기 수광소자층의 반도체 수광소자에 조사되도록 하는 (b-3) 단계가 수행된다.

따라서 앞에서 설명한 본 발명의 제1측면에 따른 고체 영상센서를 제조할 수 있음이 명백하다.

본 발명의 제2측면에 따른 제조방법의 바람직한 실시예에 따르면, 상기 수광소자층의 광전달 영역에 렌즈용 광투과막이 형성되며, 이 광투과막은 리소그래피 방법에 의해서 섬 형태부의 막을 형성하고, 이 섬 형태부에 열처리를 하여 그 표면에 굴곡을 주어서 미소렌즈가 만들어진다. 이 실시예에서, 렌즈용 광투과막은 유기재료로 만들어지는 것이 바람직하다.

본 발명의 제2측면에 따른 제조방법의 다른 바람직한 실시예에 따르면, 상기 수광소자층의 광전달 영역에 렌즈용 광투과막이 형성되고 이 광투과막에 마스크가 형성되어, 상기 마스크를 통해 상기 광투과막을 에칭하여 섬 형태부의 막을 형성하여 미소렌즈가 만들어진다. 이 실시예에서는 렌즈용 광투과막이 무기재료로 만들어지는 것이 바람직하다. 각 섬 형태부의 표면은 굴곡질 수도 있고 그렇지 않을 수도 있다.

본 발명의 제2측면에 따른 제조방법의 또다른 바람직한 실시예에 따르면, 상기 광도입층의 지지벽은, 미소렌즈를 덮기 위하여 상기 수광소자층의 광전달 영역에 경질판을 부착하고 이 경질판을 에칭하여 미소렌즈쪽으로 노출시켜서 형성된다. 이 경우에는, 상기 미소렌즈와 경질판 사이에서 경질판을 에칭할 때에 에칭방지구 역할을 하는 막을 형성하는 단계가 추가되는 것이 바람직하다. 여기서 에칭방지구 역할을 하는 막은, 충분한 광투과성을 갖고 있다면 에칭후에도 그대로 남겨 둘 수 있지만, 경질판의 에칭이 완료된 후에 에칭에 의해 제거하는 것이 바람직하다.

상기 경질판으로는, 소정 경도와 강도(및 원하는 제조성)를 갖고 있는 한, 금속판, 유리판, 플라스틱판, 세라믹판, 반도체 판 등의 어떠한 재료라도 사용할 수 있다.

본 발명의 제2측면에 따른 제조방법의 또다른 바람직한 실시예에 따르면, 상기 (c) 단계 이후에, 상기 출력층 또는 인터포저를 직접 또는 다른 층을 통해 상기 수광소자층에 기계적으로 연결하고, 상기 출력층 또는 인터포저의 출력단자를 반도체 수광소자에 의해 생성된 전기신호가 흐르는 선로에 전기적으로 연결하는 (d) 단계가 수행된다.

또한, 본 발명의 제2측면에 따른 제조방법에서도, 덮개가 광투과성을 갖고 지지벽에 부착되어 캐비티를 구성할 수 있는 한, 덮개의 구조는 임의적으로 선택가능하다. 덮개를 캡 형태 등과 같은 구조로 제조할 수 있다.

표면에 일정한 간격으로 배열된 화소영역을 포함하는, 본 발명의 제3측면에 따른 고체 영상센서는

(a) 상기 화소영역에 대응하여 배열되며, 조사되는 광에 따라 전기적 신호를 생성하는 반도체 수광소자와, 상기 반도체 수광소자에 광이 조사되도록 하는 광전달 영역을 포함하는 수광소자층,

(b) 상기 광전달 영역을 통하여, 상기 수광소자층의 반도체 수광소자에 광을 전달하는 광도입층,

(c) 상기 수광소자층의 반도체 수광소자에 의해 생성된 전기신호를 외부로 출력하는 출력단자를 포함하는 출력층 또는 인터포저를 포함하며,

상기 광도입층은

(b-1) 광전달체,

(b-2) 상기 광전달체와 일체로 구성되며 수광소자층의 광전달 영역에 화소영역에 대응하여 배열되는 미소렌즈를 포함하고,

본 발명의 제1측면에 따른 고체 영상센서에서는, 수광소자층, 광도입층, 출력층이 제공된다. 상기 광도입층에는, 이에 일체로 형성되는 미소렌즈를 포함한다. 상기 영상센서는 상기 덮개를 통해 상기 캐비티로 도입된 외부광이 상기 미소렌즈를 통하여 상기 수광소자층의 반도체 수광소자에 조사되도록 구성된다.

따라서 본 발명의 제3측면에 따른 영상센서에서는, 외부광을 도입하는 광도입층과 외부광에 상응하는 전기신호를 출력하는 출력층 또는 인터포저를, 반도체 수광소자를 포함하는 수광소자층과 결합한다. 또한, 외부광을 도입하는 광도입층은 미소렌즈를 포함하고, 상기 광도입층은 미소렌즈를 포함하는 광도입 패키지로서의 기능을 수행한다. 따라서 본 발명에 따른 영상센서는 광도입 패키지를 수광소자층 및 출력층 또는 인터포저와 결합한 구성을 갖는다고 말할 수 있다.

또한, 광도입층의 미소렌즈는, 반도체소자 제조에 사용되고 있는 공지의 마이크로 패브리케이션(micro-fabrication) 기술에 의해 형성할 수 있으며, 이에 따라 미소렌즈를 포함하고 있는 광도입 패키지를 칩 크기로 소형화할 수 있다. 즉, 본 발명에 따른 영상센서를 칩사이즈의 광도입 패키지로 형성할 수 있다.

제조공정에 관해서 볼 때, 본 발명의 제3측면에 따른 고체 영상센서는, 광도입 패키지가 수광소자층 및 출력층 또는 인터포저와 통합된 구성을 갖는다. 따라서 반도체칩으로부터 분리하여 패키지를 형성하는 공정과 패키지에 칩을 실장하는 공정이 불필요해지고, 이에 따라 제조공정이 단순화된다. 또한, 미소렌즈가 석영유리층에 형성되는 것이 아니라 광전달체에 형성되기 때문에, 석영유리층 표면에 미소렌즈를 형성하기 위한 별도의 정교한 기술을 요하지 않는다.

수광소자층과 출력층 또는 인터포저를 제조하기 위하여, 다수의 반도체칩을 적층하여 3차원 구조를 형성하는 공지의 적층 기술(즉, 위치를 정렬하여 기판을 접착제로 접착하여 적층하는 기술)을 사용할 수 있다. 따라서 수광소자층과 출력층 또는 인터포저를 각각 반도체칩에 형성하고 나서 상호 적층하여 통합한다면 수광소자층과 출력층을 용이하게 제조할 수 있을 것이다.

이로써, 본 발명의 제3측면에 따른 고체 영상센서는, 그 제조에 특별히 고도한 기술이 불필요하며, 용이하게 제조하는 것이 가능하다.

동작속도의 측면에서 볼 때, 광도입층의 미소렌즈는 수광소자층의 광전달영역 상에 위치한다. 따라서 미소렌즈를 광전달 영역에 가능한 가깝게 위치시키는 것이 가능하며, 미소렌즈를 통한 외부광이 반도체 수광소자에서 바로 전기신호로 변환될 수 있다. 이 전기신호는 수광소자층에서 바로 출력층 또는 인터포저를 통해 외부로 출력될 수 있다. 결과적으로, 외부광을 변환하여 얻은 전기신호에 대응하는 배선의 길이를 대폭 짧게 할 수 있다. 또한 이 전기신호는 CCD를 사용하여 축차적으로 전송할 필요도 없다. 따라서 최근의 신호처리 속도향상의 요청에 부응하여 충분히 높은 동작속도(예컨대 GHz대의 동작주파수)를 얻을 수 있다.

기능적 측면에서 볼 때, 본 발명의 제1측면에 따른 영상센서에서는, 입력되는 전기신호를 증폭하는 증폭회로와 신호처리 회로 등의 다양한 회로를 수광소자층 및/또는 출력층 또는 인터포저에 용이하게 통합할 수 있다. 이와는 달리, 원하는 신호처리 회로를 포함하는 신호처리 회로층을 별도로 구성하여, 이 신호처리 회로층을 수광소자층과 출력층 또는 인터포저 사이에 용이하게 삽입할 수 있다. 결과적으로, 입력되는 전기신호를 증폭하는 증폭 회로와 신호처리 회로 등의 다양한 회로를 필요에 따라 본 발명의 제3측면에 따른 영상센서에 통합시킬 수 있다.

위에서 설명한 것과 같이, 본 발명의 제3측면에 따른 영상센서에 의하면, 제1측면에 따른 영상센서와 마찬가지로, 고속, 고감도, 고성능의 초소형 고체 영상센서를 얻을 수 있다.

본 발명의 제3측면에 따른 영상센서의 바람직한 실시예에서, 상기 미소렌즈는 수광소자층의 광전달 영역의 표면에 배열된다. 미소렌즈와 수광소자 간의 거리를 줄일 수 있기 때문이다.

본 발명의 제3측면에 따른 영상센서의 다른 바람직한 실시예에서, 상기 수광소자층 또는 출력층 또는 인터포저는, 상기 수광소자에 의해 생성된 전기신호를 처리하는 적어도 하나의 반도체소자를 포함한다. 이 실시예에서는, 수광소자에서 생성된 전기신호에 대해 소정의 처리를 가한 후에 신호를 출력할 수 있는 이점이 있다.

본 발명의 제3측면에 따른 영상센서의 또다른 바람직한 실시예에 따르면, 상기 수광소자층의 수광소자에는 적어도 하나의 포토다이오드, 포토트랜지스터, 및 MOS 트랜지스터가 포함된다.

본 발명의 제3측면에 따른 영상센서의 또다른 바람직한 실시예에서, 상기 출력층 또는 인터포저는 반도체기판에 매립된 상호연결선을 갖는다. 수광소자층의 반도체 수광소자에 의해 생성된 전기신호는 상기 매립된 상호연결선을 통해 상기 출력층 또는 인터포저의 출력단자로 전송된다.

본 발명의 제3측면에 따른 영상센서의 또다른 바람직한 실시예에서, 상기 수광소자층의 광전달 영역은 절연막, 또는 절연막 및 반도체기판으로 형성된다.

본 발명의 제3측면에 따른 영상센서의 또다른 바람직한 실시예에서, 상기 수광소자층과 출력층 사이에 신호처리층이 개재되는데, 이 신호처리층은 상기 반도체 수광소자에 의해 생성된 전기신호에 소정의 신호처리를 가하는 신호처리 회로를 포함한다.

본 발명의 제4측면에 따른, 표면에 일정한 간격으로 배열된 화소영역을 포함하는 고체 영상센서를 제조하는 방법은

(a) 상기 화소영역에 대응하여 배열되며, 조사되는 광에 따라 전기적 신호를 생성하는 반도체 수광소자와, 상기 반도체 수광소자에 광이 조사되도록 하는 광전달 영역을 포함하는 수광소자층을 형성하는 단계,

(b) 상기 광전달 영역을 통하여 상기 수광소자층의 반도체 수광소자에 광을 전달하며, 광전달체와 일체로 구성되는 미소렌즈를 포함하는 광도입층을 형성하는 단계,

(c) 상기 수광소자층의 반도체 수광소자에 의해 생성된 전기신호를 외부로 출력하는 출력단자를 포함하는 출력층 또는 인터포저를 형성하는 단계를 포함하며,

(d) 상기 (a) 단계에서 형성된 수광소자층과 (b) 단계의 광도입층을 기계적으로 연결하여 광도입층으로 도입된 외부광을 미소렌즈를 통해 수광소자층의 반도체 수광소자에 조사되도록 하는 단계,

(e) (c) 단계에서 형성된 출력층 또는 인터포저를 (b) 단계에서 형성한 광도입층에 직접 또는 다른 층을 통해 기계적으로 연결하고, 상기 출력층 또는 인터포저의 출력단자를 반도체 수광소자에 의해 생성된 전기신호가 흐르는 선로에 전기적으로 연결하는 단계를 포함한다.

본 발명의 제4측면에 따른 반도체소자 제조방법에 있어서, (a) 단계에서는 수광소자층이 형성되는데, 이 수광소자층은 반도체 수광소자와 이 반도체 수광소자에 광이 조사되도록 하는 광전달 영역을 포함한다. (b) 단계에서는 상기 광전달 영역을 통하여 상기 수광소자층의 반도체 수광소자에 광을 전달하며, 광전달체와 일체로 구성되는 미소렌즈를 포함하는 광도입층이 형성된다. (c) 단계에서는 상기 수광소자층의 반도체 수광소자에 의해 생성된 전기신호를 외부로 출력하는 출력단자를 포함하는 출력층 또는 인터포저가 형성된다.

또한, (d) 단계에서는, 상기 (a) 단계에서 형성된 수광소자층과 (b) 단계에서 형성된 광도입층을 기계적으로 연결하여, 광도입층에 도입된 외부광을 미소렌즈를 통해 수광소자층의 반도체 수광소자에 조사되도록 한다. (e) 단계에서는, (c) 단계에서 형성된 출력층 또는 인터포저를 (b) 단계에서 형성한 광도입층에 직접 또는 다른 층을 통해 기계적으로 연결하고, 상기 출력층 또는 인터포저의 출력단자를 반도체 수광소자에 의해 생성된 전기신호가 흐르는 선로에 전기적으로 연결한다.

따라서 앞에서 설명한 본 발명의 제3측면에 따른 고체 영상센서를 제조할 수 있음이 명백하다.

본 발명의 제4측면에 따른 제조방법의 바람직한 실시예에 따르면, 광도입층을 형성하는 (b) 단계에서, 상기 미소렌즈는 상기 광전달체의 소정 위치마다 굴절율이 다르게 렌즈영역이 형성된다.

### 도면의 간단한 설명

도1은 본 발명의 제1실시예에 따른 고체 영상센서의 주요부의 구성을 나타내는 확대 단면도이다.

도2는 도1에 나타난 제1실시예에 따른 고체 영상센서의 주요부의 단면도이다.

도3은 도1에 나타난 제1실시예에 따른 고체 영상센서를 제조하는 방법의 제조 단계를 나타낸다.

도4는 도1에 나타난 제1실시예에 따른 고체 영상센서를 제조하는 방법의 제조 단계로서, 도3에 나타난 단계의 후속 단계를 나타낸다.

도5는 도1에 나타난 제1실시예에 따른 고체 영상센서를 제조하는 방법의 제조 단계로서, 도4에 나타난 단계의 후속 단계를 나타낸다.

도6은 도1에 나타난 제1실시예에 따른 고체 영상센서를 제조하는 방법의 제조 단계로서, 도5에 나타난 단계의 후속 단계를 나타낸다.

도7은 도1에 나타난 제1실시예에 따른 고체 영상센서를 제조하는 방법의 제조 단계로서, 도6에 나타난 단계의 후속 단계를 나타낸다.

도8은 도1에 나타난 제1실시예에 따른 고체 영상센서를 제조하는 방법의 제조 단계를 나타낸다.

도9는 도1에 나타난 제1실시예에 따른 고체 영상센서를 제조하는 방법의 제조 단계로서, 도7, 8에 나타난 단계의 후속 단계를 나타낸다.

도10은 도1에 나타난 제1실시예에 따른 고체 영상센서를 제조하는 방법의 제조 단계로서, 도9에 나타난 단계의 후속 단계를 나타낸다.

도11은 도1에 나타난 제1실시예에 따른 고체 영상센서를 제조하는 방법의 제조 단계로서, 도10에 나타난 단계의 후속 단계를 나타낸다.

도12는 도1에 나타난 제1실시예에 따른 고체 영상센서를 제조하는 방법의 제조 단계로서, 도11에 나타난 단계의 후속 단계를 나타낸다.

도13은 도1에 나타난 제1실시예에 따른 고체 영상센서의 각 화소영역의 회로구성을 나타내는 회로도이다.

도14는 본 발명의 제2실시예에 따른 고체 영상센서의 주요부의 확대 단면도이다.

도15는 본 발명의 제3실시예에 따른 고체 영상센서의 주요부의 확대 단면도이다.

도16은 본 발명의 제4실시예에 따른 고체 영상센서의 주요부의 확대 단면도이다.

도17은 도16에 나타난 제4실시예에 따른 고체 영상센서를 제조하는 방법의 제조단계를 나타낸다.

도18은 도16에 나타난 제4실시예에 따른 고체 영상센서를 제조하는 방법의 제조단계로서, 도17에 나타난 단계의 후속 단계를 나타낸다.

도19는 도16에 나타난 제4실시예에 따른 고체 영상센서를 제조하는 다른 방법의 제조단계를 나타낸다.

도20은 도16에 나타난 제4실시예에 따른 고체 영상센서를 제조하는 방법의 제조단계로서, 도19에 나타난 단계의 후속 단계를 나타낸다.

### 실시예

본 발명의 바람직한 실시예를 첨부도면을 참조하여 설명한다.

#### 제1실시예

##### 고체 영상센서의 구성

도2는 본 발명의 제1실시예에 따른 고체 영상센서(1)의 주요부의 구성을 나타내는 부분확대 단면도이고, 도1은 영상센서(1)의 부분확대 단면도이다.

도1 및 도2에 나타난 것과 같이, 고체 영상센서(1)는 출력층(10)과 수광소자층(20)과 광도입층(40)을 포함하는 3층 구조로 이루어진다. 영상센서(1)는 매트릭스 형태로 배열되어 있는 화소영역(PX)으로 이루어진다. 영상센서(1)는 모든 화소영역(PX)에서 영상을 감지하여 전기신호로 변환하고, 이 전기신호를 출력한다. 본 실시예에서 각 화소영역(PX)은 직사각형의 평면형상을 갖지만, 원형이나 육각형 등의 형상으로도 형성될 수도 있음은 당연하다.

광도입층(40)은 영상센서(1)의 외부에 있는 영상으로부터 오는 광(즉, 외부 영상)을 감지하여 이 광을 모든 화소영역(PX)에 있는 수광소자층(20)으로 전송한다. 수광소자층(20)은 상기 광도입층(40)으로부터 감지된 광을 각 화소영역(PX)에 상응하는 전기신호로 변환한다. 출력층(10)은 수광소자층(20)에서 취득된 전기신호를 각 화소영역(PX) 별로 영상센서(1)의 외부로 출력한다. 이렇게 출력된 전기신호는, 예를 들어, 표시장치로 출력되어 외부 영상을 스크린에 표시하거나 다른 신호처리 회로로 출력되어 소정의 신호처리를 받게 된다.

다음에, 광도입층(40)과 수광소자층(20)과 출력층(10)의 구조를 상세하게 설명한다.

도1에 나타난 것과 같이, 수광소자층(20)에는 p형 단결정 실리콘 기판(21)이 포함된다. 실리콘 기판(21)의 하면에는 절연막(27)이 덮여 있다. 실리콘 기판(21)의 상면에는 격리막(22)이 선택적으로 형성되어 화소영역(PX)에 일대일로 소자형성 영역(element-formation region)(즉, 활성영역(active region))을 이루고 있다. 즉, 이들 소자형성 영역은 화소영역(PX)과 동일한 매트릭스 배열을 이룬다.

이하의 설명에서, 격리막(22)이 형성되어 있는 영역은 "격리영역"이라 부르기로 한다. 따라서 이 격리영역과 소자형성 영역은 기판(21)의 상면에 존재하게 된다.

실리콘 기판(21)의 각 소자형성 영역에 MOS 전계효과 트랜지스터(M) (이하 "MOS 트랜지스터"로 약칭함)과 포토다이오드(PD)가 형성된다. MOS 트랜지스터(M)과 포토다이오드(PD)는 서로 전기적으로 연결되어 있다. 포토다이오드(PD)는 입사광을 전기신호로 변환하는 반도체 수광소자이다. MOS 트랜지스터(M)은 포토다이오드(PD)에서 생성된 전기신호를 수광소자층(20)에서 추출하기 위한 반도체 스위칭소자이다.

MOS 트랜지스터(M)은 기판(21) 상에 서로 이격되어 형성된 한 쌍의 n+ 형 소스(S)/드레인(D) 영역(23a, 23b)과, 이 S/D 영역(23a, 23b) 사이에서 기판(21)의 상면을 덮고 있는 절연막(25aa)과, 상기 절연막(25aa) 위에 형성된 게이트전극(24)으로 구성된다. 게이트전극(24)의 바로 아래에 위치한, 절연막(25a)의 일부분(25aa)은 게이트 절연막의 역할을 한다. 게이트전극(24)은 소자형성 영역의 일단(도1의 좌측)에 인접하여 위치한다. 상기 소자형성 영역에 있는 게이트전극(24)의 옆에는 배선막(31)이 격리막(22) 위에 형성되어 있다. 이 배선막(31)은 절연막(25a)의 윈도우를 통해 소스/드레인 영역(23a)(도1의 좌측)에 접촉된다. 소자형성 영역의, 윈도우가 없는 나머지 부분에는 절연막(25a)이 덮여 있다.

포토다이오드(PD)는 n+ 형 소스/드레인 영역(23b)(도1의 우측)과 p형 단결정 실리콘 기판(21)에 의해 형성된다. 구체적으로, 포토다이오드(PD)는, 포토다이오드(PD)와 MOS 트랜지스터(M)을 전기적으로 연결하고 있는 소스/드레인 영역(23b)을 MOS 트랜지스터(M)과 공통으로 사용하고 있다. 소스/드레인 영역(23b)은 포토트랜지스터(PD)의 수광영역으로서 작용한다.

각 소자형성 영역에 형성되는 MOS 트랜지스터(M)과 포토다이오드(PD)에는 층간 절연막(25b)이 덮여 있다. 이 절연막(25b)은 실리콘 기판(21)의 전체 면을 덮고 있다. 층간 절연막(25b) 위에는 이 절연막(25b)보다 두꺼운 층간 절연막(26)이 형성되어 기판(21)의 전체 면을 덮고 있다. 이 층간 절연막(26)의 표면은, 광도입층(40)의 형성과 접촉을 용이하게 하기 위하여 기판(21)에 평행하도록 평탄화된다.

층간 절연막(25b, 26)과 절연막(25a)은, 영상센서(1)가 광을 감지할 수 있도록 투광성 재료(예컨대, SiO<sub>2</sub>)로 형성된다. 이 광도입층(40)에 의해 영상센서(1)로 입사된 외부 광은 층간 절연막(25b, 26) 및 절연막(25a)을 통과하여 수광소자층(20)의 각 소자형성 영역에 있는 포토다이오드(PD)에 조사된다. 따라서 각 포토다이오드 형성 영역에 상응하는(즉, 이 영역 위에 중첩하는) 상기 각 막(25b, 26, 25a)의 일부는 "광전달 영역"으로서 작용하게 된다. 나중에 설명되겠지만, 상기 광도입층(40)은 이 "광전달 영역" 위에 형성되어 여기에 고착된다.

본 실시예에서 수광소자층(20)의 전체 면은 광학적으로 투과성을 갖는다. 하지만 이것이 항상 필요한 것이다. 수광소자층(20)의 표면은 부분적으로 광투과성일 수도 있다. 이 "광전달 영역"이 포토다이오드(PD)에 상응하는 수광소자층(20)의 표면에 존재하는 것으로서 충분하다.

실리콘 기판(21) 위에는, 기판(21)의 상면과 하면을 연결하는 매립된 상호연결선(buried interconnection)이 격리막(22)(즉, 격리영역) 위치에 형성된다. 각 매립된 상호연결선은 절연막(28)에 의해 형성되는데, 상호연결선은 기판(21)을 수직으로 관통하는 홀의 내벽에 도포되며, 이 절연막(28)의 내부에는 도전성 충전물(29)이 채워지고, 미소범프 전극(30)이 상기 충전물(29)의 하단에 접촉되도록 형성된다. 상기 충전물(29)의 상단은 격리막(22)에 형성된 배선막(31)에 접촉하고 있기 때문에 이 배선막(31)은 n+ 형 소스/드레인 영역(23a)에 접촉되고, 이 소스/드레인 영역(23a)은 이 배선막(31)과 도전성 충전물(29)을 통해 미소범프 전극(30)과 전기적으로 연결된다.

제1실시예에서는 n채널 MOS 트랜지스터(nMOS)가 스위칭 트랜지스터로서 사용된다. 하지만 p채널 MOS 트랜지스터(pMOS)도 사용가능하며, n채널 및 p채널 MOS 트랜지스터를 결합한 CMOS 트랜지스터도 이 목적으로 사용가능하다. MOS 트랜지스터 이외의 다른 트랜지스터 또는 다른 전자소자도 이 목적으로 사용가능하다.

다음에, 광도입층(40)에 대해 설명한다.

광도입층(40)은 층간 절연막(26)(다른 말로는, 수광소자층(20)의 광전달 영역) 위에 형성되어 여기에 고착된다. 광도입층(40)은 층간 절연막(26)의 평탄면에 있는 지지벽(50)에 의해 지지되는 판상의 석영덮개(51)를 포함한다. 지지벽(50)의 하단은 층간 절연막(26)의 상면에 고정되고, 지지벽(50)의 상단은 석영덮개(51)의 내면에 고정된다.

상기 지지벽(50)에 의해서 층간 절연막(26)과 석영덮개(51)의 사이에는 캐비티(42)가 형성된다. 이 캐비티(42)에는 미소렌즈(43)가 매트릭스 형태로 배열된다. 이들 미소렌즈(43)는 화소영역(PX)에 일대일로 상응하여 배열된다. 즉, 미소렌즈(43)는 수광소자층(20)의 포토다이오드(PD)를 갖는 해당 소자형성 영역의 바로 위에, 각 해당 소자형성 영역에 중첩되도록 배열된다.

여기서, 석영덮개(51)의 평면형상은 영상센서(1)의 평면형상을 좇아 직사각형을 이루고 있지만, 기타 다른 형상도 가능하다. 캐비티(42)의 평면형상도 석영덮개(51)의 형상과 동일하지만, 다른 형상도 가능하다. 미소렌즈(43)의 평면형상이 여기서는 원형이지만 다른 형상도 가능하다. 미소렌즈(43)의 높이는 예를 들면 1~3 $\mu$ m이다.

지지벽(50)은 캐비티(42)의 외곽 경계를 이루도록 직사각형 석영덮개(51)의 전체 주변을 따라서 설치될 뿐만 아니라, 덮개(51) 주변 이외의 곳(즉, 석영덮개(51)의 내측)을 따라서도 설치된다. 이 지지벽(50)에 의해 캐비티(42)가 형성되기 때문에 지지벽(50)은 직사각형 석영덮개(51)의 주변을 따라 단순히 직사각형을 이루도록 설치될 수도 있다. 그러나 이렇게 설치되면 광도입층(40)의 기계적 강도가 불충분해질 가능성이 있다. 그래서 이 점을 고려하여 지지벽(50)은 덮개(51) 주변부 이외의 위치(즉, 덮개(51)의 내측)에도 격자형태로 설치된다. 이로써 기계적 강도의 불충분한 문제를 해결할 수 있다.

도1에 분명히 나타낸 것과 같이, 지지벽(50)은 알루미늄막(44), 접착제(45), 단결정 실리콘판(41), 접착제(46)로 이루어진다. 이는 지지벽(50)이 4층 구조임을 의미한다. 이는 광도입층(40)의 제조공정 때문에 그러한 것이다. 이에 대해서는 추후에 상세히 설명한다.

알루미늄막(44)은 보통, 증착 또는 스퍼터링 방법에 의해 미소렌즈(43)를 덮고 소정 두께를 갖도록 층간 절연막(26)의 상부 표면 전체에 형성된다. 따라서 알루미늄막(44)은 접착제를 사용하지 않고도 층간 절연막(26)의 상면 및 미소렌즈(43)의 표면에 부착된다. 미소렌즈(43) 상의 알루미늄막(44)은 에칭에 의해 선택적으로 제거된다. 그러나 미소렌즈(43) 사이에 있는 알루미늄막(44)은 에칭되지 않고 남게 된다. 이 에칭되지 않은 알루미늄막(44) 부분이 지지벽(50)의 일부를 이루게 된다.

나머지 알루미늄막(44)에는 소정 두께를 갖는 단결정 실리콘판(41)이 접착제(45)로 부착된다. 실리콘판(41)은 캐비티(42)를 형성하기 위하여 에칭에 의해 선택적으로 제거된다. 실리콘판(41)의 에칭되지 않은 부분이 지지벽(50)의 다른 부분을 이루게 된다.

실리콘판(41)에는 석영덮개(51)가 접착제(46)로 부착된다. 석영덮개(51)는 캐비티(42)의 상부 개방부 전체를 덮는다. 결국, 캐비티(42)는 층간 절연막(26)과 지지벽(50)과 석영덮개(51)에 의해 정의된다. 지지벽(50)은 알루미늄막(44), 접착제(45), 단결정 실리콘판(41), 접착제(46)를 포함하는 4층 구조로 되어 있다. 석영덮개(51)를 형성하고 있는 석영유리는 영상센서(1)가 광을 감지할 수 있는 광투과 특성을 갖고 있기 때문에, 외부 광은 덮개(51)를 통해서 캐비티(42) 내부로 들어간다. 이어서 모든 화소영역(PX)에 있어서, 캐비티(42) 내의 외부 광은 미소렌즈(43)에 의해 집속되고, 층간 절연막(26, 25b)과 절연막(25a)을 거쳐 각 소자형성 영역에 있는 포토다이오드(PD)에 조사된다.

다음에는 출력층(10)에 대해 설명한다.

출력층(10)은, 조사된 외부 광에 상응하여 수광소자층(20)에서 생성된 전기신호를 영상센서(1) 밖으로 출력하는 층이다. 출력층(10)은 단결정 실리콘기판(11)을 포함하는데, 기판(11)의 상면과 하면에는 각각 절연막(13, 12)이 덮여 있다. 기판(11)의 상면과 하면을 연결하는 각 매립된 상호연결선은, 기판(11)을 수직으로 관통하는 홀의 내벽을 덮는 절연막(14)과, 막(14)의 내측에 채워지는 도전성 충전물(15)과 충전물(15)의 상부와 하부를 연결하기 위해 형성되는 미소범프 전극(17, 16)을 포함한다. 출력층(10)의 실리콘기판(11)과 수광소자층(20)의 실리콘기판(21)은, 미소범프 전극(17, 30)을 중첩시켜서 이들을 용접하고 기판(11, 21) 사이의 틈에 접착제(61)를 채움으로써 서로 부착된다. 기판(11)과 기판(21)은 서로 평행하다. 접착제(61)로는 폴리이미드 수지나 에폭시 수지 등이 사용되는 것이 바람직하다.

제1실시예에 따른 고체 영상센서(1)에 있어서, 출력층(10)의 실리콘기판(11)에는 반도체소자가 존재하지 않고, 기판(11)은 단순히 매립된 상호연결선을 위한 기체로 사용될 뿐이다. 따라서 기판(11)의 전도형식은 임의적이다. 즉, 기판(11)으로는 n형이나 p형, 또는 도핑되지 않은 i형 모두 사용가능하다. 그러나 나중에 설명할 제2, 제3실시예에서와 같이 기판(11)에 반도체소자가 형성될 때에는, 이 반도체소자에 따라 기판(11)의 전도형식을 선택해야 한다.

#### 고체 영상센서의 작용

다음에, 상기와 같이 구성된 제1실시예에 따른 고체 영상센서(1)의 작용을 설명한다.

우선, 영상센서(1)의 영상 감지면, 즉, 광도입층(40)의 석영덮개(51)의 표면이 영상취득할 대상 물체를 향하도록 영상센서(1)를 물체에 가깝게 위치시킨다. 그러면 물체에서 방사된 광(즉, 외부 광)은 석영덮개(51)를 통해 영상센서(1)의 내측(즉, 캐비티(42)에서 감지된다. 이렇게 감지된 광은 캐비티(42) 내의 미소렌즈에 의해 집속되어 수광소자층(20)의 포토다이오드(PD)에 조사된다. 광의 집속 및 조사 작용은 모든 화소영역(PX)에서 이루어진다.

각 화소영역(PX)의 포토다이오드(PD)는 이렇게 수광된 광을 광전자 변환하여 광의 세기에 따른 전기신호를 생성한다. 이 전기신호는 상기 포토다이오드(PD)에 연결된 MOS 스위칭 트랜지스터(M)를 통해 출력층(10)에 전송된다. 구체적으로, 전기신호가 출력될 때에는 MOS 트랜지스터(M)이 ON상태(즉, 전도상태)로 스위칭되어 전기신호는 수광소자층(20)의 배선막(31)과 도전성 충전물(29)과 미소범프 전극(30)을 통해 실리콘기판(21)의 하면(즉, 수광소자층(20)의 외부)으로 전송된다. 또한, 신호는 미소범프 전극(17)과 도전성 충전물(15)를 거쳐 영상센서(1)의 최하면에 위치한 미소범프 전극(16)으로 전송된다. 이와 같이 신호가 출력층(10)의 전극(16)으로부터 출력된다.

제1실시예에서 출력층(10)의 미소전극(16)이 고체 영상센서(1)의 외부단자가 된다.

위에서 설명한 것과 같이, 제1실시예에 따른 영상센서(1)에서 출력되는 전기신호는 영상센서(1)의 최하면 또는 바닥면 위에 매트릭스 형태로 배열되어 있는 미소범프 전극(16)(즉, 출력단자)에서 출력된다. 따라서 본 실시예의 영상센서(1)는 소위 "면배열형 패키지"와 동일한 구성을 갖는다.

도13은 각 화소영역(PX)의 회로구성을 나타낸다. 도13에서 알 수 있는 것과 같이, 포토다이오드(PD)의 캐소드는 MOS 트랜지스터(M)의 소스/드레인 영역 중 하나에 연결된다. 게이트전극 및 타측 소스/드레인 영역은 각각 신호선 B와 신호선 W에 연결된다. 이러한 구성은 공지되어 있는 것이기 때문에 더 이상 설명하지 않는다.

#### 고체 영상센서의 제조방법

이어서, 위와 같이 구성되는 본 발명의 제1실시예에 따른 고체 영상센서(1)의 제조방법을 도3~도12를 참조하여 설명한다.

우선, 도3에 나타낸 것과 같이 단결정 실리콘 기판(71)과 실리콘 기판(21)을 중간 절연막(27)(여기서는 SiO<sub>2</sub> 막)을 통해 결합하여 SOI(silicon on insulator) 기판을 준비한다. 다음에, 공지의 방법을 이용하여 상부 실리콘 기판(21) 상의 원하는 화소영역(PX)에 따라 소자형성 영역을 형성한다. MOS 트랜지스터(M)와 포토다이오드(PD)를 각각의 소자형성 영역에 형성하고, 트랜지스터(M)에 연결된 매립된 상호연결선을 형성함으로써 도3의 구조가 완성된다.

도3의 구성은 임의의 방법으로 이루어질 수 있다. 가령, 다음과 같은 방법으로 형성될 수 있다.

우선, 격리막(22)(예를 들어, SiO<sub>2</sub> 막)을, 공지의 방법을 이용하여 SOI 기판을 이루는 p형 실리콘 기판(21)의 표면에 선택적으로 형성한다. 이에 의해 화소영역(PX)에 상응하는 매트릭스 배열로 기판(21)의 표면에 소자형성 영역을 구획한다. 다음에, 공지의 방법으로, 기판(21)을 수직으로 관통하는 홀을 격리막(22)에 형성한다. 이 때, 공지의 방법으로, 이들 홀의 바로 아래에 있는 절연막(27)을 선택적으로 제거하여 홀의 밑부분이 실리콘 기판(71) 쪽으로 노출되도록 한다. 홀의 내벽을 절연막(28)으로 씌운 후에, 도전성 충전물(29)을 해당 홀에 채운다. 이 때, 충전물(29)의 상부는 해당 홀의 상단에서 노출되며, 충전물(29)의 하부는 기판(71)에 접촉된다. 이 때에, 도3에 보인 것과 같은 구조의 매립된 상호연결선은 격리막(22)이 존재하는 영역(즉, 격리영역)에 형성된다.

계속해서, 각 소자형성 영역에서, 절연막(25a)은 공지의 방법에 의해 실리콘 기판(21)의 표면에 형성된다. 그리고 나서, 게이트전극(24)(예를 들어, 다결정실리콘으로 형성됨)이 절연막(25a)에 선택적으로 형성된다. 게이트전극(24)의 바로 아래에 위치한 막(25a)의 일부는 게이트전극 절연막(25aa)를 이룬다. 이 때, 기판(21)의 전체 표면에는 각 소자형성 영역에 절연막(25a)이 덮여진다. 그 다음에, 공지의 방법에 의해 기판(21)에 한 쌍의 n+ 형 소스/드레인 영역(23a, 23b)이 형성되어, MOS 트랜지스터(M)가 완성된다.

다음에, 매립된 상호연결선에 인접하고 있는 소스/드레인 영역(23a)과 통하는 윈도우가 공지의 에칭방법에 의해 절연막(25a)에 형성되고, 도전성 배선막(31)이 절연막(25a)과 격리막(22)에 선택적으로 형성된다. 이 때, 배선막(31)은 한편으로는 윈도우를 통해 소스/드레인 영역(23a)과 접촉하고, 다른 한편으로는 충전물(29)의 상부에 접촉한다. 따라서 소스/드레인 영역(23)과 충전물(29)은 배선막(31)에 의해 전기적으로 연결된다.

다음에, 게이트전극(24)과 배선막(31)에는 중간 절연막(25b)이 씌워진다. 이 중간 절연막(26)은 막(25b) 위에 형성된다. 막(26)의 표면은 CMP(chemical mechanical polishing) 방법 또는 에칭방법에 의해 연마되어 동일한 표면을 갖도록 평탄화된다. 이로써 도3의 구조가 얻어진다.

이후에, 도3의 구조에서 보는 것과 같이, 평탄화된 중간 절연막(26)의 전체 표면에 미소렌즈(43)를 위한 막이 형성된다. 이 막의 소재로는, 포토리지스트나 유기 폴리머 등의 유기체료나, 다결정, 실리콘산화물(SiO<sub>2</sub>), 실리콘질화물(SiN<sub>x</sub>) 등과 같은 무기체료가 사용되는 것이 바람직하다. 이들 재료는 코팅, 스퍼터링, CVD 등의 방법을 이용하여 소정 두께의 막으로 형성된다.

포토리지스트 또는 유기폴리머 막을 이용하여 미소렌즈(43)를 형성할 때에는, 이들 막을 포토리소그라피 및 에칭 방법에 의해 대략 원형의 "섬 형태부"(island-shaped parts)으로 패턴형성하고 열처리한다. 그리고 나서 이들 섬 형태부를 불록하게 곡면처리하면 도4와 같이 미소렌즈(43)가 각 소자형성 영역을 덮게 된다.

다결정실리콘, 실리콘산화물, 실리콘질화물 등의 무기체료 막을 이용하여 미소렌즈(43)를 형성할 때에는, 포토리지스트 패턴을 상기 무기체료 막에 형성한다. 여기서 포토리지스트 막은 원하는 미소렌즈(43)의 형상으로 패턴형성된다. 마스크로서 포토리지스트 막을 사용함으로써 무기체료 막은 선택적으로 에칭된다. 따라서 포토리지스트 패턴은 무기체료 막에 전사되고 대략 원형의 섬 형태부가 형성된다. 이들 섬 형태부가 미소렌즈(43)이 된다.

상기와 같이 두 가지 방법으로 형성가능한 미소렌즈(43)는, 중간 절연막(26)의 평탄면에 화소영역(PX)에 일대일로 대응하도록 매트릭스 형태로 배열된다.

이어서, 증착, 스퍼터링 등의 방법으로 중간 절연막(26)의 전체 평탄면에, 이전에 형성된 모든 미소렌즈(43)를 덮도록 알루미늄막(44)을 형성한다. 알루미늄막(44)의 두께는, 예컨대 100~400nm이다. 이 단계에서의 상태를 도4에 나타내었다. 도4에서 알 수 있듯이, 알루미늄막(44)의 대부분이 미소렌즈(43) 위에 형성되지만, 일부는 인접한 미소렌즈(43) 사이의 간격을 통해 막(26)의 표면에 접촉 및 부착된다.

다음에, 도5에서와 같이 접착제(45)가 알루미늄막(44)에 소정 두께로 도포된다. 이때, 단결정 실리콘판(41)(도6 참조)의 부착을 수월하게 하기 위하여 상기 접착제(45)의 표면은 공지의 방법으로 평탄화한다. 따라서 도5에 나타낸 것과 같은 구조를 얻을 수 있다. 다음에, 실리콘판(41)을 소정 두께로(예컨대 대략 100~1000 $\mu$ m) 상기 접착제(45) 위에 부착한다. 이 실리콘판(41)은 캐비티(42)를 생성하기 위한 지지벽(50)의 일부로서 사용된다. 이 단계에서의 상태를 도6에 나타내었다.

접착제(45) 표면에 부착된 실리콘판(41)의 표면을, 소정 두께로 이 실리콘판(41)이 얇아지도록 연마한다. 연마후의 실리콘판(41)의 두께는, 예컨대, 대략 5~200 $\mu$ m가 된다. 이 단계에서의 상태는 도7에 나타내었다.

본 실시예에서, 단결정 실리콘판(41)은 캐비티(42)를 형성하는데 사용되지만, 본 발명이 이에 한정되는 것은 아니다. 또한, 원하는 강도를 갖고 에칭 등의 양호한 제조공정에 사용할 수 있는 한, 이 실리콘판(41)은 실리콘 이외의 다른 재료로 만들 수도 있다.

다음에, 도6의 구조의 최하층에 있는 실리콘기판(71) 전체를 연마 또는 에칭법으로 제거하여 실리콘기판(71)과 실리콘기판(21) 사이에 있는 절연막(27)을 노출시킨다. 공지의 방법을 이용하여 미소범프 전극(30)을 각 매립된 상호연결선의 도전성 충전물(29)의 최하부에 형성하여 부착한다. 이 단계에서의 상태를 도7에 나타내었다.

나중에 설명하겠지만, 알루미늄막(44)은, 실리콘판(41)과 접착제(45)를 에칭할 때 접착제(45) 아래에 위치하는 미소렌즈(43)를 보호하기 위한 것이다. 즉, 알루미늄막(44)은 본 에칭 공정에서 에칭방지부로 사용된다. 따라서 이러한 목적을 위해서 에칭방지부로 사용할 수 있는 한, 상기 알루미늄막(44)은 알루미늄 이외의 어떠한 재료로도 형성할 수 있다.

한편, 도8을 참조하면, 출력층(10)을 형성하기 위하여 단결정 실리콘기판(81)과 단결정 실리콘기판(11)을 중간 절연막(12)(여기서는 SiO<sub>2</sub> 막)을 사이에 두고 결합하여 SOI 기판을 만든다. 그리고 나서 기판(11)을 수직으로 관통하는 홀을 형성한다. 이때, 이들 홀은, 그 바로 아래에 위치하는 절연막(12)을 부분적으로 제거하여 형성됨으로써 이 홀의 하부가 실리콘기판(81)측으로 노출되도록 한다. 절연막(14)으로 이들 홀의 측내벽을 덮고 나서, 도전성 충전물(15)을 각 홀 내에 채운다. 이때, 충전물(15)의 상부는 각 홀의 상단에서 노출되며, 충전물(15)의 하부는 기판(81)의 표면에 접촉된다. 또한, 미소범프 전극(17)이 각 매립된 상호연결선의 충전물(15) 상부에 형성되어 부착된다. 이렇게 하여 도8과 같은 구조의 매립된 상호연결선을 형성할 수 있다.

다음에, 도9에서와 같이, 미소범프 전극(30)과 미소범프 전극(27)이 서로 연결하도록 도7의 구조체를 도8의 기판(11)에 올려놓는다. 그리고 나서, 접착제(61)를 두 구조체 사이의 틈에 채워넣어 양자를 부착한다. 전극(30, 17)은 서로 용접시킨다. 이 상태에서, 기판(81) 전체를 연마나 에칭으로 제거하여 절연막(12)과 충전물(15)을 도10과 같이 노출시킨다.

미소범프 전극(16)을 해당 충전물(15)의 하부에 형성하여 부착함으로써 도11과 같은 구조를 얻을 수 있다. 이 때의 상태는 수광소자층(20)이 출력층(10)에 접촉되고 광도입층(40)을 이루는 미소렌즈(43)와 기타 관련부들이 수광소자층(20) 위에 올려져 있는 것을 나타낸다.

적절한 마스크를 사용하여 실리콘판(41)의 상부를 선택적으로 에칭하여 관통홀을 형성한다(도12 참조). 그리고 나서 동일한 마스크를 사용하여 실리콘판(41)의 아래에 위치한 접착제(45)를 선택적으로 제거한다. 이들 두가지 에칭 공정중에 알루미늄막(44)은 에칭방지부의 역할을 하며, 그에 따라 알루미늄막(44)의 아래에 위치하는 미소렌즈(43)는 에칭의 영향을 받지 않게 된다. 따라서 미소렌즈(43)를 확실하게 보호할 수 있다.

동일한 마스크를 사용하여, 실리콘판(41)의 관통홀에 노출되어 있는 알루미늄막(44)을 선택적으로 에칭 제거한다. 따라서 도12와 같은 구조를 얻을 수 있다. 이 상태에서 캐비티(42)의 형태는 거의 완성되게 되며 미소렌즈(43)는 캐비티(42)의 내측에서 노출된다.

마지막으로 캐비티(42)를 형성하기 위해 사용되는 실리콘판(41) 위에 석영유리로 된 직사각형 덮개(51)를 접착제(46)로 부착한다. 이로써 광도입층(40)의 지지벽(50)과 캐비티(42)가 형성된다.

이상의 공정을 통해 도1과 도2에 나타난 3층 구조의 고체 영상센서(1)가 완성된다.

덮개(51)의 광투과성을 가능한한 저하시키지 않도록 하기 위하여, 도면에 나타난 것과 같이 접착제(46)는 지지벽(50)의 상부에만 도포하는 것이 바람직하다. 그러나 접착제(46)의 도포 공정을 단순화하기 위하여 접착제(46)를 덮개(51)의 내면 전체에 도포할 수도 있다. 이 때에는, 이 접착제(46)에 의해 광투과 특성이 약간 저하될 수 있다. 하지만 실제적인 문제가 일어나지 않는 수준으로 조절하는 것이 가능하다.

또한, 출력층(10)의 제조방법은 본 명세서에서 설명한 것에 한정되지 않고, 본 발명의 목적을 위해서는 다른 방법도 사용될 수 있다.

앞에서 설명한 것과 같이, 본 발명의 제1실시예에 따른 고체 영상센서(1)는 수광소자층(20), 광도입층(40), 출력층(10)으로 구성된다. 광도입층(40)에는 미소렌즈(43)와 지지벽(50)과 광투과성 석영덮개(51)가 포함된다. 본 영상센서(1)에 있어서, 덮개(51)를 통해 캐비티(42)로 입사된 외부광은 미소렌즈(43)에 의해 광도입층(40)의 반도체 수광소자(즉, 포토다이오드(PD))에 조사된다.

따라서 본 실시예에 따른 영상센서(1)는 외부광을 입사시키는 광도입층(40) 및 이 외부광에 반응하는 전기신호를 출력하는 출력층(10)이, 포토다이오드(PD)를 포함하는 수광소자층(20)과 결합된 구조를 갖는다. 또한, 외부광을 입사시키는 광도입층(40)은 지지벽(50)과 광투과성 덮개(51)에 의해 형성되는 캐비티(42)와, 이 캐비티(42) 내에 배열되는 미소렌즈(43)를 포함한다. 따라서 광도입층(40)은 미소렌즈(43)를 포함하는 패키지로서의 기능을 수행한다. 따라서 제1실시예에 따른 고체 영상센서(1)는 광도입 패키지가 수광소자층(20) 및 출력층(10)과 함께 통합되어 구성되었다고 말할 수 있다.

또한, 광도입층(40)의 미소렌즈(43), 지지벽(50), 캐비티(42)는 반도체 소자의 제조에 사용되고 있는 공지의 마이크로 패브리케이션 기술(micro-fabrication technique)에 의해 형성될 수 있다. 따라서 미소렌즈(43)를 포함하는 광도입 패키지를 칩사이즈로 축소시킬 수 있다. 즉, 제1실시예에 따르면, 칩사이즈의 광도입 패키지를 고체 영상센서(1) 위에 만들 수 있다.

제조방법적 측면에서 볼 때, 영상센서(1)는 광도입층(40)에 의해 형성된 패키지와 수광소자층(20) 및 출력층(10)을 통합한 구성을 갖는다. 따라서 반도체칩으로부터 분리하여 패키지를 형성하는 공정과 패키지에 칩을 탑재하는 공정이 불필요해지고, 이에 따라 제조공정이 단순화된다. 또한, 미소렌즈(43)가 석영유리층에 형성되는 것이 아니라 수광소자층(20)의 중간 절연막(26) 위에 형성되기 때문에, 석영유리층 표면에 미소렌즈(43)를 형성하기 위한 별도의 정교한 기술을 요하지 않는다.

수광소자층(20)과 출력층(10)을 제조하기 위하여, 다수의 반도체칩을 적층하여 3차원 구조를 형성하는 공지의 적층기술(즉, 위치를 정렬하여 기판을 접착제로 접합하여 적층하는 기술)이 사용될 수 있다. 따라서 수광소자층(20)과 출력층(10)을 각각 반도체칩에 형성하고 나서 상호 적층하여 통합한다면 수광소자층(20)과 출력층(10)을 용이하게 제조할 수 있을 것이다.

이로써, 고체 영상센서(1)는, 그 제조에 특별히 고도한 기술이 불필요하며, 용이하게 제조하는 것이 가능하다.

동작속도의 측면에서 볼 때, 광도입층(40)의 미소렌즈(43)는 수광소자층(20)의 광전달 영역 상에 근접하여 배치되기 때문에, 미소렌즈(43)를 통한 외부광이 포토다이오드(PD)에서 바로 전기신호로 변환하는 것이 가능하다. 이 전기신호는 수광소자층(20)에서 바로 출력층(10)을 통해 외부로 출력될 수 있다. 이 때문에, 외부광을 변환하여 얻은 전기신호에 대응하는 배선의 길이를 매우 짧게 할 수 있다. 또한 이 전기신호는 CCD를 사용하여 축차적으로 전송할 필요도 없다. 따라서 최근의 신호처리 속도향상의 요청에 부응하여 충분히 높은 동작속도(예컨대 GHz대의 동작주파수)를 얻을 수 있다.

기능적 측면에서 볼 때, 고체 영상센서(1)에서는, 입력되는 전기신호를 증폭하는 증폭회로 및 신호처리 회로 등의 다양한 회로를 수광소자층(20) 및/또는 출력층(10)에 용이하게 통합할 수 있다. 이와는 달리, 원하는 신호처리 회로를 포함하는 신호처리 회로층을 별도로 구성하여, 신호처리 회로를 수광소자층(20)과 출력층(10) 사이에 용이하게 삽입할 수 있다. 결과적으로, 입력되는 전기신호를 증폭하는 증폭 회로 및 신호처리 회로 등의 다양한 회로를 필요에 따라 영상센서(1)에 통합시킬 수 있다.

위에서 설명한 것과 같이, 본 발명의 제1실시예에 의하면, 고속, 고감도, 고성능의 초소형 고체 영상센서(1)를 얻을 수 있다.

또한, 수광소자층(20)의 실리콘기판(21)의 하면에 형성되는 절연막(27)이 반드시 필요한 것은 아니다. 왜냐하면, 절연성의 접착제(61)를 사용한다면, 수광소자층(20)과 출력층(10) 사이의 전기절연을 확보할 수 있기 때문이다. 이는 출력층(10)의 절연막(13)에도 적용될 수 있다.

외부광을 광전자 변환하여 얻어진 전기신호에 소정의 신호처리를 행하여 출력하는 경우에는, 소정의 신호처리 회로를 포함하는 신호처리 회로층을 수광소자층(20)과 출력층(10) 사이에 추가로 형성할 수 있다. 신호처리 회로는 수광소자층(20)과 유사한 구성으로 용이하게 구현할 수 있기 때문에, 이 신호처리 회로층의 상세한 설명은 생략한다.

위에서 설명한 제1실시예에 있어서는 출력층(10)이 포함되어 있지만, 물론, 이 출력층(10) 대신에 인터포저(interposer)를 제공할 수도 있다.

## 제2실시예

도14는 본 발명의 제2실시예에 따른 고체 영상센서(1A)의 구성도이다.

이 영상센서(1A)는 제1실시예에 따른 영상센서(1)의 스위칭 MOS 트랜지스터(M)를 수광소자층(20)에서 출력층(10)으로 옮긴 것이다. 이 영상센서(1A)의 기타 다른 구성은 영상센서(1)과 동일하다. 따라서 도14에 있는 구성요소중 영상센서(1)에 사용된 것과 동일한 것에 대해서는 동일한 도면부호를 붙이고 그 설명을 생략한다.

도14에서 보듯이, 영상센서(1A)는 제1실시예의 영상센서(1)의 구조와 같이 3층 구조로 되어 있다.

수광소자층(20)에서는, n+ 형의 확산영역(23)이 p형 단결정 실리콘기판(21)에 형성되어 있는 각 소자형성 영역에 형성되어 있다. 즉, 각 소자형성 영역에는 포토다이오드(PD)만이 형성되어 있다. 이 점에서 본 실시예의 영상센서(1A)는 제1실시예의 영상센서(1)와 다르다. 따라서 거의 모든 소자형성 영역에서 광을 수광할 수 있다. 즉, 거의 모든 각 소자형성 영역이 "수광가능한 영역"이 된다. 따라서 화소영역을 점유하고 있는 수광영역의 비율로 정의되는 소위 "fill factor"가 거의 100%로 될 수 있다. 여타 구조는 제1실시예의 영상센서(1)와 동일하다.

제1실시예에 따른 영상센서(1)에서는, MOS 트랜지스터(M)가 각 소자형성 영역에 위치하므로 "수광가능한 영역"이 감소된다. 이는, "fill factor"가 제2실시예의 영상센서(1A)에 비교하여 작다는 것을 의미한다.

출력층(10)에 있어서, MOS 트랜지스터(M)가 제1실시예에서는 영상센서(1)의 수광소자층(20)에 형성되어 있지만, 본 실시예에서는 단결정 실리콘기판(11)에 형성되어 있다. 즉, 도14에서 보는 것과 같이, 출력층(10)은 하면에 절연막(12)이 덮여 있는 p형 단결정 실리콘기판(11)을 갖고 있다. 격리막(22')은 기판(11)의 상면에 선택적으로 형성되어 화소영역(PX)에 일대일로 대응하는 소자형성 영역(즉, 활동영역)을 이루고 있다. 이는, 소자형성 영역이 화소영역(PX)과 동일한 매트릭스 형태로 배열되어 있음을 의미한다.

실리콘기판(11)의 각 소자형성 영역에는, 적어도 한 개의 MOS 트랜지스터(M)가 형성된다. 이 트랜지스터(M)는 한 쌍의 n+ 형 소스/드레인(S/D) 영역(23a', 23b')으로 이루어지는데, 이들은 서로 기판(11)에서 떨어져 있고, 절연막(25a')이 기판(11)의 상면을 덮고 있으며, 게이트 전극(24')이 절연막(25a') 위에 형성된다. 게이트전극(24')의 바로 아래에 위치하는 절연막(25a')의 일부분(25aa')은 게이트 절연막의 역할을 한다. 절연막(22') 위에 형성되어 있는 배선막(31')은 절연막(25a')의 윈도우를 통해 소스/드레인 영역(23a')(도14에서 왼쪽에 있는 것)에 접촉한다. 소자형성 영역 표면의, 윈도우를 제외한 나머지 부분은 절연막(25a')으로 덮인다.

각 소자형성 영역에 형성되는 MOS 트랜지스터(M)는 절연막(13)으로 덮인다. 이 절연막(13)은 기판(11)의 전체 면을 덮는다. 수광소자층(20)의 형성과 부착을 용이하게 하기 위하여 절연막(13)의 표면은 기판(11)에 평행하게 평탄화된다.

절연막(13)에서, 도전성 충전물(18)이 각 소자형성 영역의 격리막(22')의 바로 위에 형성된다. 각 충전물(18)의 상부와 하부는 그에 대응하는 미소범프 전극(17) 및 배선막(31')에 각각 접촉된다.

격리막(22')에 형성되는 각 배선막(31')은 한편으로는 소스/드레인 영역(23a')과 접촉하고, 다른 한편으로는 n+ 형 소스/드레인 영역(23a')에 접촉한다. 따라서 소스/드레인 영역(23a')은 배선막(31')과 충전물(15)을 통해 각 미소범프 전극(16)과 전기적으로 연결된다. 배선막(31')은 절연막(13)에 형성되어 있는 해당 도전성 충전물(18)의 하부에 접촉하기 때문에, 절연막(13)은 또한 확산영역(23)에 전기적으로 연결된다. 이로써, 수광소자층(20')의 각 포토다이오드(PD)는 출력층(10')의 MOS 트랜지스터(M)의 하나에 전기적으로 연결된다.

도14에서는 출력층(10')에 하나의 MOS 트랜지스터(M)만 도시하였지만, 증폭기, 신호처리 회로, 메모리회로 등을 구성하기 위하여 다수의 MOS 트랜지스터(M)를 형성하는 것도 가능하다. 출력층을 다수 설치하여 원하는 회로들을 각 출력층에 통합하는 것도 가능하다.

본 발명의 제2실시에 따른 고체 영상센서(1A)는 대략 제1실시에와 동일한 방법으로 제작할 수 있다. 구체적으로, 수광소자층(20')을 제1실시에의 수광소자층(20)과 대략 동일한 방법으로 형성할 수 있다. 제1실시에의 수광소자층(20)에 사용된 것과 동일한 방법으로 실리콘기판(11)에 MOS 트랜지스터(M)를 형성함으로써, 그리고 제1실시에의 출력층(10)에 사용된 것과 동일한 기타 다른 공정을 수행함으로써, 출력층(10')을 제작할 수 있다. 따라서 이에 대한 구체적인 설명은 생략한다.

본 발명의 제2실시에 따른 영상센서(1A)는 상술한 구성을 갖는다. 따라서 제1실시에의 영상센서(1)와 동일한 효과를 얻을 수 있음이 명백하다. 그러나 본 실시예의 영상센서(1A)에서는 다음과 같은 부가적 효과를 얻을 수 있다.

CCD를 이용한 고체 영상센서에 있어서, 일반적으로는 소위 "fill factor"를 높게 설정할 수 있지만, 동작속도를 매우 높일 수는 없으며 입력신호의 증폭 등과 같은 신호처리 능력이 없다는 문제가 있다(즉, 신호처리를 위한 별도의 전용 회로가 필요하다). 반면에, 본 발명과 같이 수광소자층으로서 포토다이오드나 MOS 트랜지스터를 이용한 고체 영상센서에서는, 고속 동작에서의 양호한 성능 및 고감도 특성을 얻을 수 있으며 입력신호 증폭 등의 신호처리가 가능하다. 그러나 fill factor를 높일 수 없는 단점이 있다.

본 발명의 제2실시에 따른 영상센서에서는, 이들 두 가지의 특징(즉, 장점)을 모두 얻을 수 있다. 즉, 고속동작과 고감도를 동시에 얻을 수 있으며 fill factor를 높일 수 있어 고해상도를 실현할 수 있다. 또한 입력신호 증폭이나 계산 등의 신호처리를 수행할 수 있기 때문에 용이하게 고급 기능이 가능해진다.

본 제2실시에에서도 또한, 출력층(10') 대신에 인터포저를 형성할 수 있다.

### 제3실시에

도15는 본 발명의 제3실시에 따른 고체 영상센서(1B)의 구성도이다.

영상센서(1B)는 도14에 나타난 제2실시에 따른 고체 영상센서(1A)에 있는 포토다이오드(PD) 대신에, 수광소자층(20")에 수광 MOS 트랜지스터(즉, 포토트랜지스터)를 형성함으로써 얻어진다. 기타 구성은 영상센서(1A)의 구성과 동일하다. 수광소자층(20")에 형성하는 트랜지스터(M')의 구조는 출력층(10')의 트랜지스터(M)와 거의 동일하다.

도15에서와 같이, 영상센서(1B)도 또한, 3층 구조를 갖고 있다. 수광소자층(20")에서, 한 쌍의 소스/드레인 영역(23a, 23b)이 단결정 실리콘기판(21)의 하부에 형성된 각 소자형성 영역에 형성된다. 이 점에서, 영상센서(1B)는 제1실시에 및 제2실시에의 영상센서(1 및 1A)와 다르다.

영상센서(1B)에서, 트랜지스터(M')는 수광소자로서 각 소자형성 영역에 상하가 뒤집혀 형성되기 때문에 거의 모든 소자형성 영역에서 광을 수광할 수 있다. 즉, 대략 전체 소자형성 영역이 "수광가능한 영역"이 된다. 결과적으로 제2실시에에서와 마찬가지로 "fill factor"를 거의 100%까지도 설정할 수 있는 장점이 있다. 또한, 광도입층(40)으로 도입된 외부광이 수광소자층(20")의 실리콘기판(21)을 통하여 MOS 트랜지스터(M')에 조사된다.

수광소자층(20")의 MOS 트랜지스터(M')는 기판(21)의 하면에서 서로 이격되어 형성되는 한 쌍의 n+ 형 소스/드레인 영역(23a, 23b)으로 구성되고, 절연막(25a)이 기판(11)의 하면을 덮고 있으며 게이트전극(24)이 상기 절연막(25a)의 아래에 형성된다. 게이트전극(24) 바로 아래에 위치하는 절연막(25a)의 일부분(25aa)은 게이트 절연막의 역할을 한다. 배선막(31)은 격리막(22) 아래에 형성된다. 배선막(31)은 절연막(25a)의 윈도우를 통하여 소스/드레인 영역(23a)(도15에서 좌측의 것)에 접촉된다. 소자형성 영역 표면의, 윈도우를 제외한 나머지 부분에는 절연막(25a)이 덮인다.

기판(21)의 각 소자형성 영역에 형성되어 있는 트랜지스터(M')의 하면에는 절연막(25c)이 형성된다. 이 절연막(25c)은 기판(21)의 전체 면을 덮고 있다. 이 절연막(25c)의 표면은 출력층(10')의 형성 및 부착을 용이하게 하기 위하여 기판(21)에 평행하게 평탄화된다.

절연막(25c)에서, 격리막(22') 위에 형성되는 각 배선막(31')은 한편으로는 해당 도전성 충전물(18)의 하단에 접촉하고, 다른 한편으로는 n+ 형 소스/드레인 영역(23a')에 접촉한다. 따라서 소스/드레인 영역(23a')은 배선막(31')과 충전물(18)을 통해 해당 미소범프 전극(17)에 전기적으로 연결된다. 이 미소범프 전극(17)은 각 대응하는 미소범프 전극(30)에 접촉되어 전기적으로 연결된다. 따라서 소스/드레인 영역(23a)은 배선막(31), 충전물(19), 전극(30, 17), 충전물(18), 배선층(31')을 통하여 출력층(10')의 소스/드레인 영역(23a')에 전기적으로 연결된다.

이렇게 하여, 수광소자층(20")의 수광 MOS 트랜지스터(M')는 출력층(10')의 스위칭 MOS 트랜지스터(M)에 전기적으로 연결된다.

여기서 상기 수광 MOS 트랜지스터(M') 대신에 포토다이오드를 사용할 수 있음은 당연하다.

제3실시예에 따른 고체 영상센서(1B)는 제1, 제2실시예의 제조방법을 결합하여 용이하게 제조가능하다. 본 영상센서(1B)의 제조방법의 일례를 아래에서 간략하게 설명한다.

우선, 별도의 단결정 실리콘기판을 이용하여 수광소자층(20")과 출력층(10')을 각각 형성한다. 즉, 수광소자층(20")은 실리콘기판(21)으로서 도3에 나타낸 SOI기판을 사용한다. (일반적인 실리콘기판을 사용할 수도 있다.) 기판(21)의 표면에는 도15에 나타낸 수광 트랜지스터(M')와 배선막(31)을 공지의 방법에 의해서 형성한다. 그리고 나서 기판(21)의 표면에 절연막(25c)을 형성하여 수광 트랜지스터(M')를 덮는다. 그 다음에 도전성 충전물(19)이 절연막(25c)에 매립되고, 절연막(25c)의 표면을 평탄화하여 미소범프 전극(30)을 형성한다.

한편, 실리콘기판(11, 81)을 포함하는 SOI기판을 이용하여 출력층(10')을 제조한다. 즉, 기판(11)의 표면의 각 소자형성 영역에 형성된 스위칭 MOS 트랜지스터(M)를 공지의 방법에 의해 형성한다. 배선막(31')을 형성하고 나서, 트랜지스터(M)와 배선막(31')에 절연막(13)을 덮는다. 절연막(13)에 도전성 충전물(18)을 형성하고 나서, 절연막(13)의 표면을 평탄화한다. 그 다음에 미소범프 전극(17)을 형성한다.

여기서, 도8의 경우에는(제1실시예) 스위칭 트랜지스터(M)이 소자형성 영역에 형성되어 있지 않지만, 본 제3실시예에 따르면 스위칭 트랜지스터(M)가 출력층(10')에 형성된다. 또한, 증폭회로나 신호처리 회로를 실장할 경우에는, 필요에 따라 스위칭 트랜지스터(M) 이외에 다른 MOS 트랜지스터도 형성할 수 있다.

계속해서, 상술한 방법으로 형성한 수광소자층(20")을 갖는 기판(21, 71)과 출력층(10')의 구조를 갖는 기판(11, 81)을, 트랜지스터(M)와 트랜지스터(M')가 형성되어 있는 면이 마주보도록 접착한다. 접착시에는, 도15에서와 같이, 수광소자층(20")을 갖는 기판(21)의 표면에 형성된 미소범프 전극(30)과, 출력층(10')을 갖는 기판(11)의 표면에 형성된 미소범프 전극(17)을 서로 접촉시킨다. 그리고 나서, 두 전극(30, 17)을 서로 접합하되 부분적으로 용접을 한다. 기판(21) 상의 절연막(25c)과 기판(11) 상의 절연막(13) 사이의 틈에 접착제(61)를 채워서 양자를 고정한다.

다음에, 연마 또는 에칭 방법에 의해 수광소자층(20")과 절연막(27)을 갖는 기판(71)을 완전히 제거하면 기판(21)의 뒷면은 광이 투과할 수 있을 정도의 두께로 부분적으로 제거된다.

도4~7에 나타낸 것과 동일한 방법으로, 연마된 기판(21)의 뒷면에 층간 절연막(26)을 형성한다. 이렇게 형성된 층간 절연막(26)에 미소렌즈(43)와 알루미늄막(44)을 형성하고, 단결정 실리콘판(41)을 접착층(45)을 통해 알루미늄막(44)에 접착한다.

이어서, 출력층(10')의 구조를 갖는 기판(11) 측에 있는 기판(81)을 연마나 에칭법으로 제거함으로써 절연막(12)과 충전물(15)의 하부를 노출시킨다. 미소범프 전극(16)을 이 노출된 플러그(15) 하부에 각각 형성한다.

마지막으로, 도12에서와 동일한 방법으로, 캐비티(42)와 지지벽(50)을 형성하고 덮개 역할을 하는 석영유리(51)를 부착하여 광도입층(40)을 형성한다. 이로써 도15의 구조를 얻을 수 있다.

본 발명의 제3실시예에 따른 고체 영상센서(1B)는 상술한 구조를 갖기 때문에, 제2실시예에 따른 영상센서(1A)의 장점과 동일한 장점을 얻을 수 있음은 당연하다.

상술한 바와 같이, 본 제3실시예의 영상센서(1B)에 있어서, 광은 수광 MOS 트랜지스터(포토티랜지스터)(M')의 게이트전극(24)에 반대 방향으로 조사된다. 따라서 영상센서(1B)는 이 점에서, 제1실시예의 영상센서(1)와 다르다.

제3실시예의 영상센서(1B)에 있어서 포토트랜지스터(M') 대신에 포토다이오드를 사용할 수도 있다. 이 경우에는 광은 포토다이오드가 형성되어 있는 실리콘기판을 통하여 포토다이오드에 조사된다. 따라서 이 점에서, 영상센서(1B)는 제2실시예의 영상센서(1A)와 다르다.

상술한 제3실시예에서도, 출력층(10') 대신에 인터포저가 사용될 수 있다.

#### 제4실시예

도16은 본 발명의 제4실시예에 따른 고체 영상센서(1C)의 구조도이다.

상술한 제1 내지 제3실시예와는 달리, 본 영상센서(1C)의 광도입층(40A)에는 캐비티가 없다. 소정의 반도체소자(미도시)가 통합되어 있는 반도체소자층(90)이 수광소자층(20)과 인터포저(10A) 사이에 개재된다. 이들 반도체소자는 필요에 따라 반도체소자층(90)의 상하면에 형성된 전극(30)에 전기적으로 연결된다. 여타 구조는 제1실시예와 동일하므로 그에 대한 설명은 생략한다.

도16에서와 같이, 제4실시예의 광도입층(40A)에는 광전달체(즉, 판형의 광투과성 덮개(51A))와, 이 덮개(51A)에 통합되어 형성되며 화소영역(PX)에 대응하는 수광소자층(20)의 광전달 영역에 배열되는 미소렌즈(43)를 포함한다. 도16에서 명백히 알 수 있는 바와 같이, 덮개(51A) 내에 캐비티가 없다. 이 덮개(51A)는 석영판 등과 같은 임의의 광투과성판으로 형성하면 된다.

다음에, 제4실시예에 따른 고체 영상센서(1C)의 제조방법에 대해서 도17과 18을 참조하여 설명한다.

우선, 제1실시예와 동일한 방법으로 도17에 나타난 구조를 갖는 수광소자층(20)을 형성한다. 도17에 나타난 수광소자층(20)의 상세 구조는, 수광소자층(20)의 하면에 전극(30)이 형성된다는 점을 제외하고는 도3의 주오와 동일하다.

또한, 석영판 등의 재질로 된 광투과성 덮개(51A) 내에 공지의 방법을 이용하여 미소렌즈(43)를 형성한다. 가령, 석영판의 일표면을 에칭에 의해 선택적으로 제거하여 단면형상이 원호(arc)를 이루도록 하여 함입부를 형성한다. 그 다음에, 렌즈에 적합한 재료를 각 함입부에 채움으로써, 미소렌즈(43)이 매립되어 형성된 덮개(51A)를 얻을 수 있다.

다음에, 이렇게 형성된 덮개(51A)를 수광소자층(20)의 표면에 부착한다. 이 때, 덮개(51A)와 수광소자층(20)은 미소렌즈(43)가 각 대응하는 화소영역(PX)에 중첩되도록 각 광투과성 영역에 위치시킨다. 그 다음에 전극(30)을 수광소자층(20)의 하면에 형성한다. 이 단계의 상태를 도17에 나타내었다.

인터포저(10A)는 제1실시예에서 출력층(10)을 형성하는데 사용된 것과 동일한 방법으로 형성된다. 반도체소자층(90)은 제1실시예에서 수광소자층(20)을 형성하는데 사용된 것과 동일한 방법으로 형성될 수 있다. 다음에, 반도체소자층(90)을 인터포저(10A) 위에 접착제(61)를 사용하여 부착한다. 이 단계에서의 상태를 도18에 나타내었다.

마지막으로, 인터포저(10A) 위에 부착된 반도체소자층(90) 위에(도18 참조, 덮개(51A)가 부착된 수광소자층(20)(도17 참조)을 접착제(61)를 통해 부착한다. 이로써, 도16에 나타난 것과 같은 제4실시예에 따른 고체 영상센서(1C)를 얻을 수 있다.

제4실시예에 따른 영상센서(1C)는 아래와 같이 다른 방법으로도 제작할 수 있다. 이 방법에 대해서 도19와 20을 참조하여 설명한다.

인터포저(10A)를 제1실시예에서 출력층(10)을 형성하는데 사용된 것과 동일한 방법으로 형성한다. 반도체소자층(90)을 제1실시예에서 수광소자층(20)을 형성하는데 사용된 것과 동일한 방법으로 형성한다. 다음에, 반도체소자층(90)을 인터포저(10A) 위에 접착제(61)를 사용하여 부착한다. 지금까지의 단계는 도17과 도18에 사용된 제조방법과 동일하다. 계속해서, 지지기판(예컨대 석영판)(92)을 자외선 분해성 접착제(93)를 사용하여 반도체소자층(90)의 상면에 부착하고 나서, 인터포저(10A)의 하면에 전극(16)을 형성한다. 전극(16)을 형성하는 단계는, 인터포저(10A)와 반도체소자층(90)이 이루는 적층 구조를 지지기판(92)으로 지지하면서 수행된다. 이 단계에서의 상태를 도19에 나타내었다.

계속해서, 경화된 자외선 분해성 접착제(93)에 소정의 자외선을 조사하면, 접착제(93)가 화학적으로 분해된다. 이 결과, 지지기판(93)은 인접부에 나쁜 영향을 주지 않는 상태로 반도체소자층(90)으로부터 지지기판(93)이 용이하게 분리될 수 있다. 그리고 나서, 전극(17)을 반도체소자층(90)의 표면에 위에 형성한다. 이 단계에서의 상태를 도20에 나타내었다.

한편, 인터포저(10A)의 적층구조와 수광소자층(20)을 도17 및 도18에서 설명한 방법과 동일하게 형성한다. 인터포저(10A)의 적층구조와 수광소자층(20)을 도20에서와 같이 반도체소자층(90)과 인터포저(10A)의 적층 구조 위에 놓고 나서, 이들 구조 사이의 틈에 접착제(61)를 채우고 대향 전극(17 및 30)을 서로 접촉시킨 상태에서 경화시켜서 양자를 부착한다. 이로써, 도16에 나타난 제4실시예에 따른 영상센서(1C)를 얻을 수 있다.

상기 자외선 분해성 접착제(93) 대신에 어떠한 접착제도 사용가능하다. 이 경우에는, 에칭으로 접착층을 제거함으로써, 지지기판(92)을 반도체소자층(92)으로부터 분리할 수 있다. 또한, 자외선 분해성 접착제(93) 대신에, 기타 임의의 절연성 소재를 이용한 희생층을 형성하고, 이 희생층을 이용하여 상기 기판(92)을 상기 층(90)에 부착시킬 수 있다. 이 경우에는, 에칭에 의해 희생층을 제거함으로써 상기 기판(92)을 상기 층(90)에서 분리시킬 수 있다.

제4실시예에서는 인터포저를 구비하고 있지만, 출력층이 구비되는 것도 물론 가능하다.

#### 변형예

상술한 제1~제4실시예는 본 발명의 바람직한 실시예이다. 본 발명이 이들 실시예에만 한정되는 것이 아니라 다양한 변형이 가능한 것은 당연하다.

예를 들어서, 반도체소자 또는 증폭기를 제외한 임의의 신호처리 회로를 수광소자층(20)이나 출력층(10)에 형성할 수 있다. 반도체소자 또는 임의의 신호처리 회로는, 수광소자층(20)과 출력층(10) 사이에 위치하는 각각 분리된 별도의 층에 형성될 수 있다. 또한, 상기 층(20)과 층(10) 사이에 한 개 이상의 다른 층들이 추가될 수 있다.

위에서 설명한 것과 같이, 본 발명에 따르면, 소위 칩사이즈 패키지를 가지며, 별도의 정교한 기술없이도 용이하게 제작가능한 고체 영상센서를 얻을 수 있다. 신호처리 속도가 증가되고 있는 최근의 요구를 만족시킬 수 있는 고속의 동작속도(예컨대, GHz 대 동작주파수)를 얻을 수 있다. 입력신호를 증폭하는 회로 및 신호처리 회로 등 다양한 회로를 필요에 따라 영상센서에 통합시킬 수 있다. 결과적으로, 고속, 고감도, 고성능의 초소형 고체 영상센서(1B)를 얻을 수 있다.

(57) 청구의 범위

**청구항 1.**

표면에 일정한 간격으로 배열된 화소영역을 포함하는 고체 영상센서에 있어서,

- (a) 상기 화소영역에 대응하여 배열되며, 조사되는 광에 따라 전기적 신호를 생성하는 반도체 수광소자와, 상기 반도체 수광소자에 광이 조사되도록 하는 광전달 영역을 포함하는 수광소자층,
- (b) 상기 광전달 영역을 통하여, 상기 수광소자층의 반도체 수광소자에 광을 전달하는 광도입층,
- (c) 상기 수광소자층의 반도체 수광소자에 의해 생성된 전기신호를 외부로 출력하는 출력단자를 포함하는 출력층 또는 인터포저를 포함하며,

상기 광도입층은

- (b-1) 상기 화소영역에 대응하여 상기 수광소자층의 광전달 영역 상에 형성되는 미소렌즈,
- (b-2) 상기 광전달 영역 상에 형성되어 상기 미소렌즈를 수용하는 캐비티를 구성하는 지지벽,
- (b-3) 상기 지지벽에 부착되어 캐비티를 형성하기 위한 광투과성 덮개를 포함하고,

상기 영상센서는 상기 덮개를 통해 상기 캐비티로 도입된 외부광이 상기 미소렌즈를 통하여 상기 수광소자층의 반도체 수광소자에 조사되도록 구성되는, 고체 영상센서.

**청구항 2.**

제1항에 있어서, 상기 광도입층의 각 미소렌즈는 연속 모양으로 형성되는 섬 형태의 광투과성 막인 영상센서.

**청구항 3.**

제1항에 있어서, 상기 미소렌즈는 수광소자층의 광전달 영역의 표면에 위치하는 영상센서.

**청구항 4.**

제1항에 있어서, 상기 광도입층의 지지벽은 집착제에 의해 상기 광전달 영역의 표면에 부착되는 경질 재료를 포함하는 영상센서.

**청구항 5.**

제1항에 있어서, 상기 수광소자층 또는 출력층 또는 인터포저는, 상기 수광소자에 의해 생성된 전기신호를 처리하는 적어도 하나의 반도체소자를 포함하는 영상센서.

**청구항 6.**

제1항에 있어서, 상기 수광소자층의 수광소자에는 적어도 하나의 포토다이오드, 포토트랜지스터, 및 MOS 트랜지스터가 포함되는 영상센서.

**청구항 7.**

제1항에 있어서, 출력층 또는 인터포저는 반도체기판에 매립된 상호연결선을 갖고, 수광소자층의 반도체 수광소자에 의해 생성된 전기신호는 상기 매립된 상호연결선을 통해 상기 출력층 또는 인터포저의 출력단자로 전송되는 영상센서.

**청구항 8.**

제1항에 있어서, 상기 수광소자층의 광전달 영역은 절연막으로 형성되는 영상센서.

**청구항 9.**

제1항에 있어서, 상기 수광소자층의 광전달 영역은 절연막 및 반도체기판으로 형성되는 영상센서.

**청구항 10.**

제1항에 있어서, 상기 수광소자층과, 출력층 또는 인터포저 사이에 개재되는 신호처리층을 추가로 포함하며, 이 신호처리층은 상기 반도체 수광소자에 의해 생성된 전기신호에 소정의 신호처리를 가하는 신호처리 회로를 포함하는 영상센서.

**청구항 11.**

표면에 일정한 간격으로 배열된 화소영역을 포함하는 고체 영상센서를 제조하는 방법에 있어서,

- (a) 상기 화소영역에 대응하여 배열되며, 조사되는 광에 따라 전기적 신호를 생성하는 반도체 수광소자와, 상기 반도체 수광소자에 광이 조사되도록 하는 광전달 영역을 포함하는 수광소자층을 형성하는 단계,
- (b) 상기 광전달 영역을 통하여, 상기 수광소자층의 반도체 수광소자에 광을 전달하는 광도입층을 형성하는 단계,
- (c) 상기 수광소자층의 반도체 수광소자에 의해 생성된 전기신호를 외부로 출력하는 출력단자를 포함하는 출력층을 형성하는 단계를 포함하며,

상기 (b) 광도입층을 형성하는 단계는

(b-1) 상기 화소영역에 대응하여 상기 수광소자층의 광전달 영역 상에 형성되는 미소렌즈를 형성하는 단계,

(b-2) 상기 미소렌즈를 수용하는 캐비티를 구성하는 지지벽을 상기 광전달 영역 상에 형성하는 단계,

(b-3) 상기 지지벽에 광투과성 덮개를 부착하여 캐비티를 구성함으로써, 상기 덮개를 통해 상기 캐비티로 도입된 외부광이 상기 미소렌즈를 통하여 상기 수광소자층의 반도체 수광소자에 조사되도록 하는 단계를 포함하는 영상센서 제조방법.

**청구항 12.**

제11항에 있어서, 상기 수광소자층의 광전달 영역에 렌즈용 광투과막이 형성되되, 이 광투과막은 리소그래피 방법에 의해서 섬 형태부의 막을 형성하고, 이 섬 형태부에 열처리를 하여 그 표면에 굴곡을 주어서 미소렌즈를 만드는 영상센서 제조방법.

**청구항 13.**

제12항에 있어서, 상기 렌즈용 광투과막은 유기재료로 만들어지는 영상센서 제조방법.

**청구항 14.**

제11항에 있어서, 상기 수광소자층의 광전달 영역에 렌즈용 광투과막이 형성되고 이 광투과막에 마스크가 형성되어, 상기 마스크를 통해 상기 광투과막을 에칭하여 섬 형태의 막 부분을 형성하여 미소렌즈를 형성하는 영상센서 제조방법.

**청구항 15.**

제14항에 있어서, 상기 렌즈용 광투과막은 무기재료로 만들어지는 영상센서 제조방법.

**청구항 16.**

제11항에 있어서, 상기 광도입층의 지지벽은, 미소렌즈를 덮기 위하여 상기 수광소자층의 광전달 영역에 경질판을 부착하고 이 경질판을 에칭하여 미소렌즈쪽으로 노출시켜서 형성되는 영상센서 제조방법.

**청구항 17.**

제16항에 있어서, 상기 미소렌즈와 경질판 사이에서 경질 판을 에칭할 때에 에칭방지부 역할을 하는 막을 형성하는 단계를 추가로 포함하는 영상센서 제조방법.

**청구항 18.**

제17항에 있어서, 상기 에칭방지부 역할을 하는 막은 경질판의 에칭이 완료된 후, 에칭에 의해 제거되는 영상센서 제조방법.

**청구항 19.**

제11항에 있어서, (c) 단계 이후에, 상기 출력층 또는 인터포저를 직접 또는 다른 층을 통해 상기 수광소자층에 기계적으로 연결하고, 상기 출력층 또는 인터포저의 출력단자를 반도체 수광소자에 의해 생성된 전기신호가 흐르는 선로에 전기적으로 연결하는 (d) 단계가 추가로 포함되는 영상센서 제조방법.

**청구항 20.**

표면에 일정한 간격으로 배열된 화소영역을 포함하는 고체 영상센서에 있어서,

(a) 상기 화소영역에 대응하여 배열되며, 조사되는 광에 따라 전기적 신호를 생성하는 반도체 수광소자와, 상기 반도체 수광소자에 광이 조사되도록 하는 광전달 영역을 포함하는 수광소자층,

(b) 상기 광전달 영역을 통하여, 상기 수광소자층의 반도체 수광소자에 광을 전달하는 광도입층,

(c) 상기 수광소자층의 반도체 수광소자에 의해 생성된 전기신호를 외부로 출력하는 출력단자를 포함하는 출력층 또는 인터포저를 포함하며,

상기 광도입층은

(b-1) 광전달체,

(b-2) 상기 광전달체와 일체로 구성되며 수광소자층의 광전달 영역에 화소영역에 대응하여 배열되는 미소렌즈를 포함하고,

상기 영상센서는 상기 덮개를 통해 상기 캐비티로 도입된 외부광이 상기 미소렌즈를 통하여 상기 수광소자층의 반도체 수광소자에 조사되도록 구성되는 영상센서.

**청구항 21.**

제20항에 있어서, 상기 미소렌즈는 수광소자층의 광전달 영역의 표면에 위치하는 영상센서.

**청구항 22.**

제20항에 있어서, 상기 수광소자층 또는 출력층 또는 인터포저는, 상기 수광소자에 의해 생성된 전기신호를 처리하는 적어도 하나의 반도체소자를 포함하는 영상센서.

**청구항 23.**

제20항에 있어서, 상기 수광소자층의 수광소자에는 적어도 하나의 포토다이오드, 포토트랜지스터, 및 MOS 트랜지스터가 포함되는 영상센서.

**청구항 24.**

제20항에 있어서, 출력층 또는 인터포저는 반도체기판에 매립된 상호연결선을 갖고, 수광소자층의 반도체 수광소자에 의해 생성된 전기신호는 상기 매립된 상호연결선을 통해 상기 출력층 또는 인터포저의 출력단자로 전송되는 영상센서.

**청구항 25.**

제20항에 있어서, 상기 수광소자층의 광전달 영역은 절연막으로 형성되는 영상센서.

**청구항 26.**

제20항에 있어서, 상기 수광소자층의 광전달 영역은 절연막 및 반도체기판으로 형성되는 영상센서.

**청구항 27.**

제20항에 있어서, 상기 수광소자층과 출력층 사이에 개재되는 신호처리층을 추가로 포함하며, 이 신호처리층은 상기 반도체 수광소자에 의해 생성된 전기신호에 소정의 신호처리를 가하는 신호처리 회로를 포함하는 영상센서.

**청구항 28.**

표면에 일정한 간격으로 배열된 화소영역을 포함하는 고체 영상센서를 제조하는 방법에 있어서,

(a) 상기 화소영역에 대응하여 배열되며, 조사되는 광에 따라 전기적 신호를 생성하는 반도체 수광소자와, 상기 반도체 수광소자에 광이 조사되도록 하는 광전달 영역을 포함하는 수광소자층을 형성하는 단계,

(b) 상기 광전달 영역을 통하여 상기 수광소자층의 반도체 수광소자에 광을 전달하며, 광전달체와 일체로 구성되는 미소렌즈를 포함하는 광도입층을 형성하는 단계,

(c) 상기 수광소자층의 반도체 수광소자에 의해 생성된 전기신호를 외부로 출력하는 출력단자를 포함하는 출력층 또는 인터포저를 반도체기판을 이용하여 형성하는 단계를 포함하며,

(d) 상기 (a) 단계에서 형성된 수광소자층과 (b) 단계의 광도입층을 기계적으로 연결하여 광도입층으로 도입된 외부광을 미소렌즈를 통해 수광소자층의 반도체 수광소자에 조사되도록 하는 단계,

(e) (c) 단계에서 형성된 출력층 또는 인터포저를 (b) 단계에서 형성한 광도입층에 직접 또는 다른 층을 통해 기계적으로 연결하고, 상기 출력층 또는 인터포저의 출력단자를 반도체 수광소자에 의해 생성된 전기신호가 흐르는 선로에 전기적으로 연결하는 단계를 포함하는 영상센서 제조방법.

**청구항 29.**

제28항에 있어서, 광도입층을 형성하는 (b) 단계에서, 상기 미소렌즈는 상기 광전달체의 소정 위치마다 굴절율이 다른 렌즈영역이 형성되는 영상센서 제조방법.

**요약**

용이하게 제조가능한 칩사이즈 패키지를 갖는 고체 영상센서임. 소자형성 영역이 수광소자층(20)의 반도체기판(21)에 화소영역에 대응하여 형성된다. 반도체 수광소자(PD)가 각 소자형성 영역에 형성되며, 광투과성 절연막(25a, 25b, 26)으로 덮인다. 광도입 캐비티(42)와 이 캐비티를 덮어서 막는 석영덮개(51)를 포함하는 광도입층(40)이 상기 절연막(26)에 형성된다. 미소렌즈(43)가 캐비티(42) 내에 형성된다. 반도체 수광소자(PD)의 출력 전기신호는 기판(21)의 매립된 상호연결선을 통해 기판(21)의 하부에서 추출되어 출력층(10) 또는 인터포저(10A)를 통해 영상센서 외부로 출력된다.

**대표도**

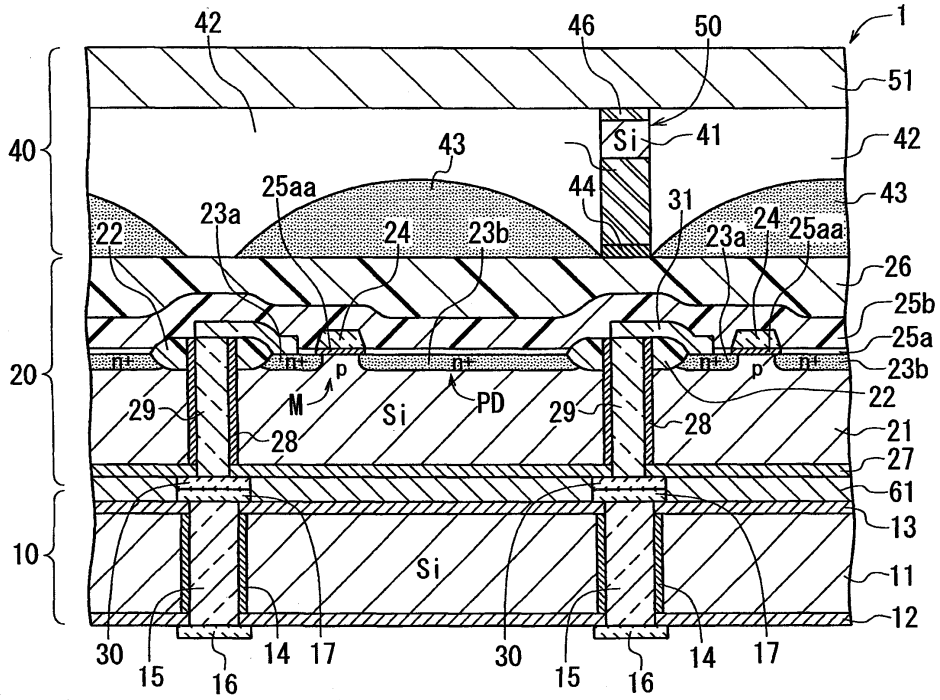
도 1

색인어

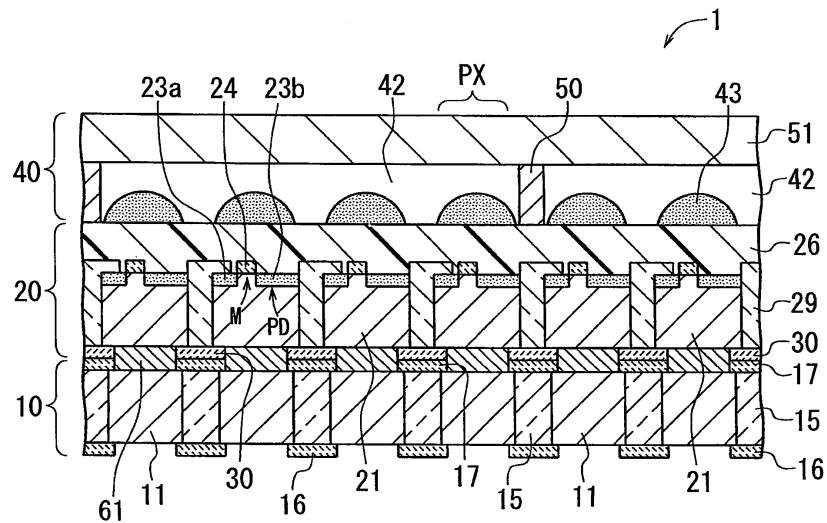
화소영역, 고체 영상센서, 반도체 수광소자, 수광소자층, 광도입층, 인터포저, 미소렌즈

도면

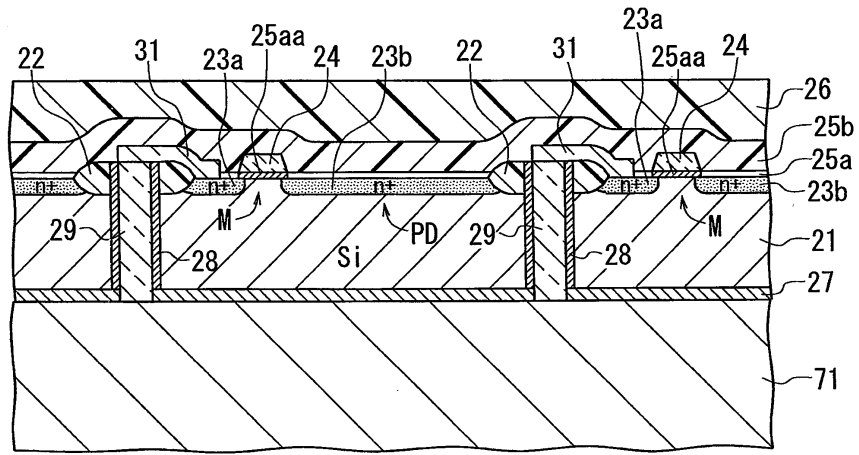
도면1



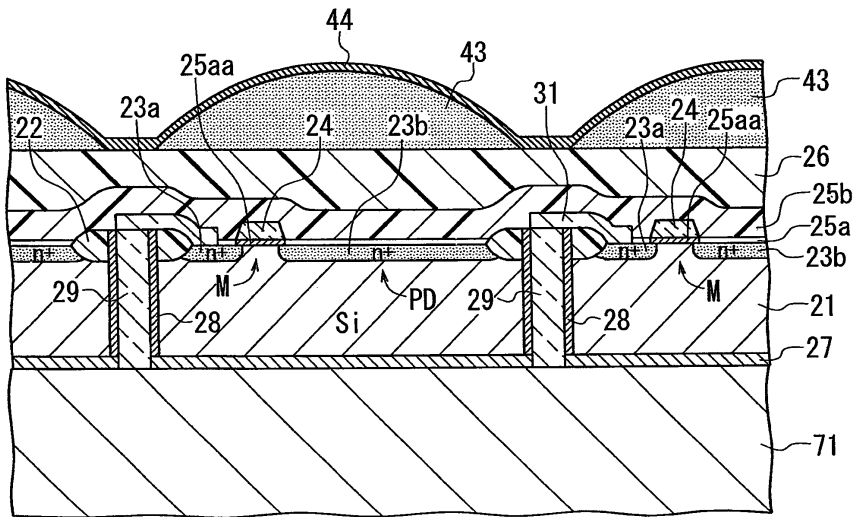
도면2



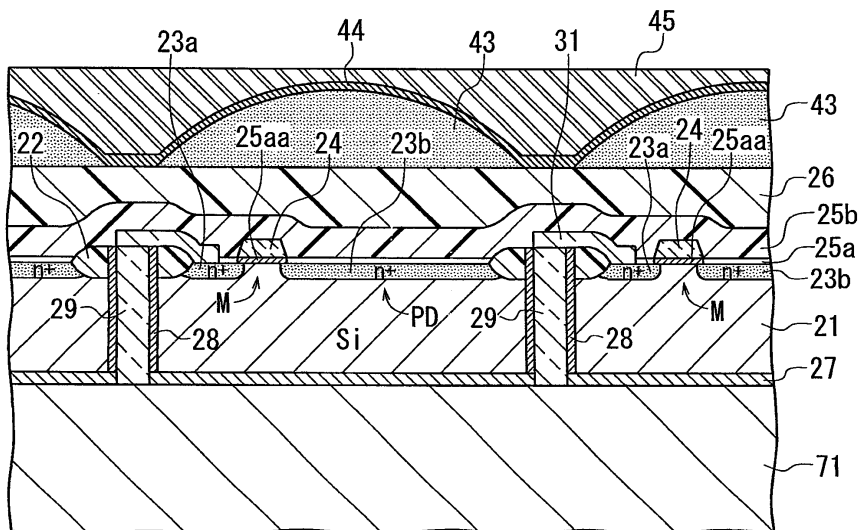
도면3



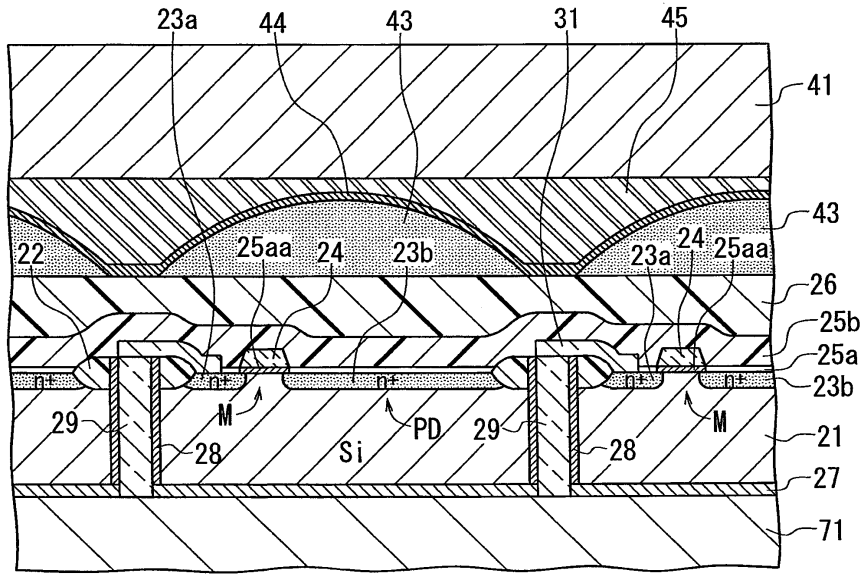
도면4



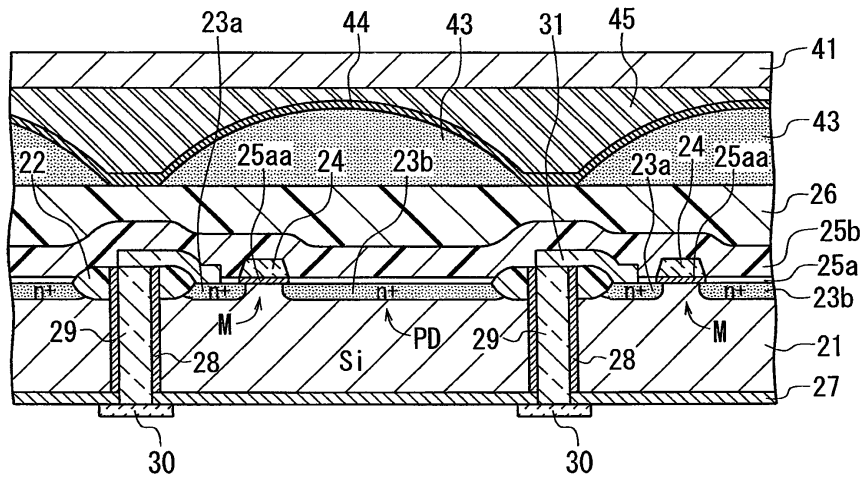
도면5



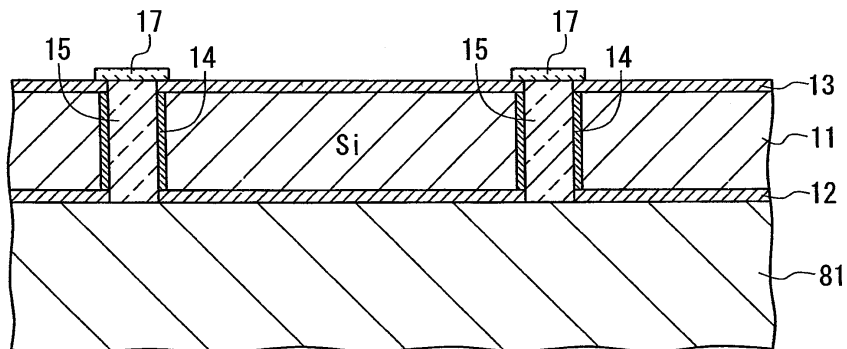
도면6



도면7



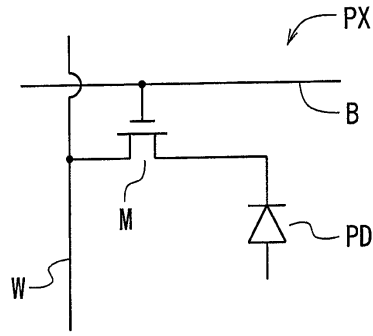
도면8



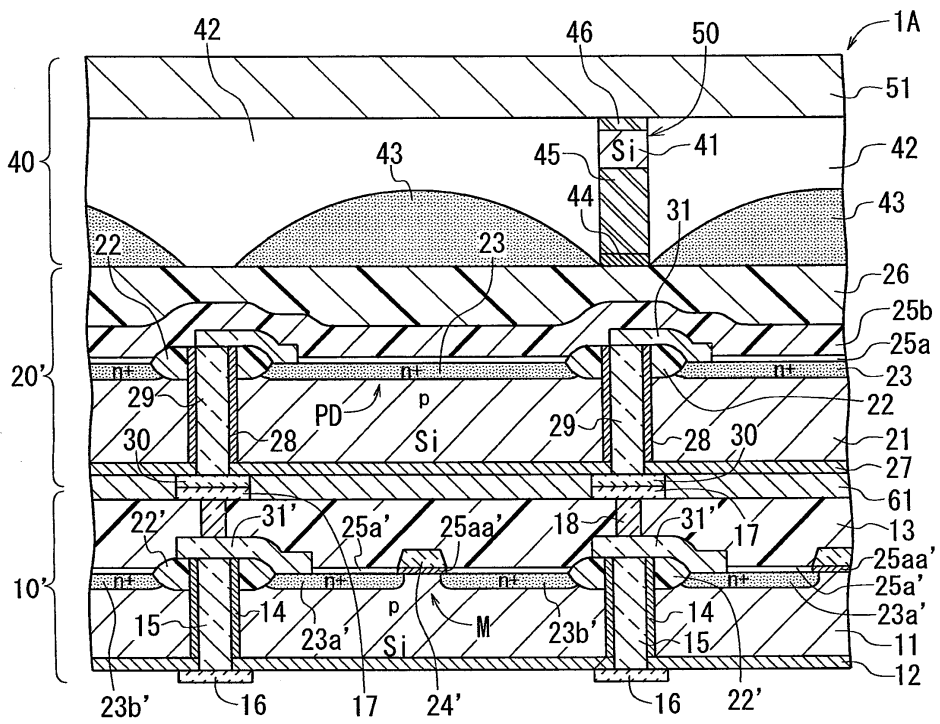




도면13

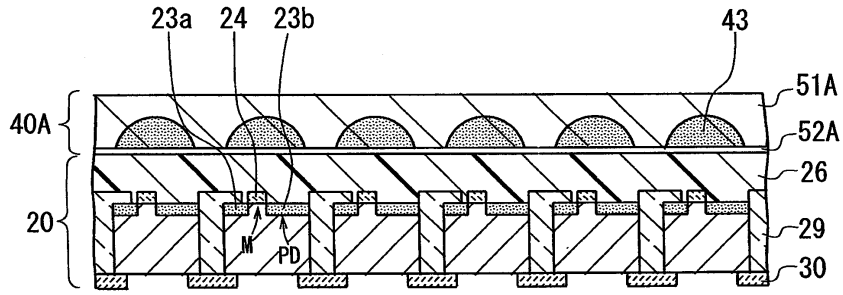


도면14

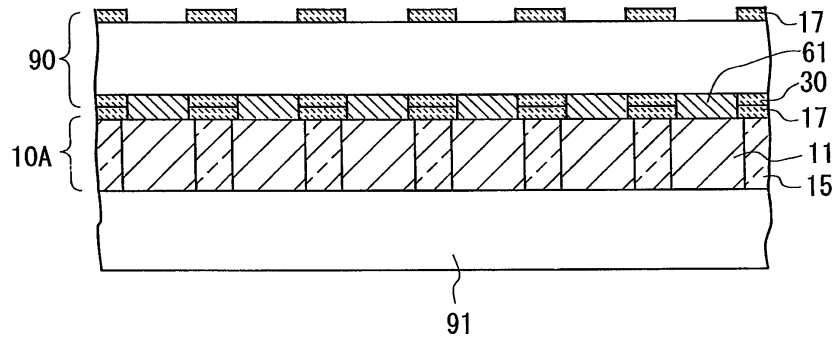




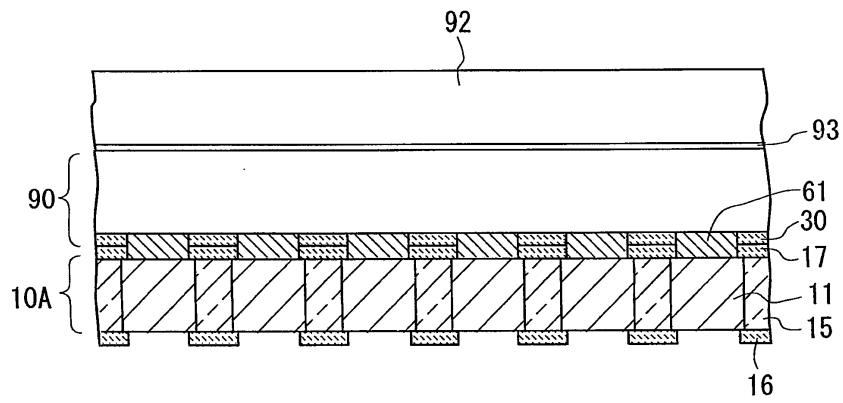
도면17



도면18



도면19



도면20

