

## (19) 대한민국특허청(KR)

## (12) 특허공보(B1)

(51) Int. Cl.<sup>6</sup>  
H01L 31/10(45) 공고일자 1996년01월19일  
(11) 공고번호 96-001189(21) 출원번호  
(22) 출원일자특1987-0010631  
1987년09월25일(65) 공개번호  
(43) 공개일자특1988-0004584  
1988년06월07일

(30) 우선권주장

특86-224907 1986년09월25일 일본(JP)

(71) 출원인

가부시기이야 히다찌세이사꾸쇼 미다 가쓰시게  
일본국 도쿄도 지요다구 간다 스루가다이 4조메 6반찌

(72) 발명자

오호 시게루  
일본국 히다찌시 모리야마쵸 3조메 7-2-304  
야마다 가즈지  
일본국 히다찌시 모리야마쵸 3조메 8-32  
쓰찌따니 시게끼  
일본국 미도시 가와와다 1조메 1830-17

(74) 대리인

한규환

심사관 : 김승조 (책자공보 제4299호)(54) 광배선식 반도체 집적회로**요약**

내용 없음.

**대표도****도1****영세서**

[발명의 명칭]

광배선식 반도체 집적회로

[도면의 간단한 설명]

제1도는 반도체 집적회로에 종래 광배선의 일례를 나타내는 사시도.

제2도는 광수신소자 또는 광전 전환소자에 대한 본 발명의 실시예시도.

제3도는 제2도에 도시한 실시예의 등가 회로도.

제4도는 본 발명 실시예의 일반적인 설명도.

제5도는 본 발명의 다른 실시예시도.

제6도는 본 발명의 또 다른 실시예시도이다.

\* 도면의 주요부분에 대한 부호의 설명

10 : 광전다이오드	20 : 레지스터
30 : 트랜지스터	60 : 전계산화막
61 : 게이트절연막	100 : 구멍
200 : 불투명수지층	210 : 투명수지층

[발명의 상세한 설명]

본 발명은 배선식 반도체 집적회로에 관한 것으로, 특히 반도체 집적회로내의 다수의 소자를 활성화시키거나 동작시키게 하는 광배선식 반도체 집적회로에 관한 것이다.

지금까지 알려진 반도체 집적회로에서는, 클럭타이밍 신호등을 전송하는 배선 또는 상호접속은 반도

체 침상에 형성되어 있는 확산 저항층, 금속층(예를 들면 알루미늄)등에 의하여 구현되었다. 그러나 이러한 전기적 배선으로는 전기적 배선과 관련된 정전 용량으로 인해 신호전송의 지연이 발생하였고, 이것은 집적회로의 동작속도 개선에 장애요인이 되었다.

이러한 문제를 해결하기 위하여, 예를 들면 1984년 7월호 IEEE회로(vol. 72, No. 7, 850-866페이지)에서 J. W. Goodman등에 의하여 “광배선식 VLSI 시스템”의 명칭으로 논술된 바와 같이, 신호 전송에 광을 이용하는 광배선제가 제안되어 왔었다. 광배선제가 제안되어 왔었다. 광배선계에 있어서, 광학신호는 자유공간에서의 전파를 통하여 또는 광섬유나 광도파관에 의하여 전송되었고, 이로써 신호는 이 매질에서의 광의 전파속도와 동일한 매우 빠른 속도로 전송될 수가 있다.

제1도는 전술한 Goodman등의 논문에서 설명된 광배선계의 일례를 나타낸다. 여기에서는 자유공간에서의 광의 전파를 이용하였다. 도면에서 광원(110)에서 방출된 광학신호등의 광은 렌즈(130)에 의하여 시준조정되어 반도체 집적회로칩(140)을 조사한다. 집적회로칩(140)에 형성된 광수신소자(120-125)는 광학신호를 수신하여 이들을 전기신호로 전환시킨다. 이들 광학신호가 집적회로에 형성된 논리회로의 클럭신호이면, 칩상의 어떤 지점에서 재생되거나 발생된 전기클럭신호의 타이밍은 완전히 서로 일치하게 된다. 이것은 전기배선의 경우에 발생하는 전파지연으로부터 야기되는 타이밍 순간 이상의 발생을 방지할 수 있는 이점이 있다.

그러나, 전술한 종래의 광배선계의 예에 있어서는 반도체 집적회로의 상부표면이 균일하게 조사되기 때문에, 광수신소자를 포함한 전체집적회로에서의 광학적 여기에 의하여 약간의 광전자가 발생하게 된다. 발생된 광전자들은 집적회로에 포함된 트랜지스터 또는 다이오드의 특성에 크고 작은 영향을 미치게 되며, 이로써, 집적회로 특성의 불량 및/또는 그 오동작의 원인이 된다.

반도체 집적회로의 상부표면에 조사되는 광중에서 광수신소자(120-125)에 입사되는 광부분 또는 유효 광부분은 광수신소자의 면적이 집적도의 개선을 위해 제한되기 때문에 극히 적다. 그러므로 광의 수광효율도 낮아지게 된다.

또한 전술한 종래예의 광배전계는 모든 광수신소자가 동시에 활성화되는 것으로 가정되어 있다. 즉, 광수신소자가 선택적으로 활성화되는 것에 대하여는 고려하고 있지 않다.

본 발명의 목적은 집적회로의 특성의 불량 및/또는 그 오동작의 발생을 없애 한 광배선식 반도체 집적회로를 제공하는 데에 있다.

본 발명의 다른 목적은 광의 수광효율이 개선된 광배선식 반도체 집적회로를 제공하는 데에 있다.

본 발명의 또 다른 목적은 광수신소자가 간단한 수단을 사용하여 선택적으로 활성화될 수 있는 광배선식 반도체 집적회로를 제공하는 데에 있다.

본 발명의 또 다른 목적은 광의 수광효율이 개선되고 광수신소자를 간단한 수단으로 사용하여 선택적으로 활성화될 수 있게 한 광배선식 반도체 집적회로를 제공하는 데에 있다.

이를 위하여, 본 발명에서는 광수신소자의 상부표면을 제외한 집적회로의 표면부의 일부에는 불투명 층이 코팅되어 있는 한편, 광수신소자의 상측표면에는 투명층이 제공되어 있다. 이 투명층은 렌즈기능이 제공되어 있어 입사광을 효과적으로 이용할 수 있다. 투명층은 광의 파장의 선택성을 갖고 있어 복수의 광수신소자를 선택적으로 활성화시킬 수가 있다. 이 경우에, 광수신소자에 방사되는 광펄스신호는 복수의 대응 파장을 갖는다.

본 발명의 배선계는 첨부한 도면에 나타낸 실시예로 이하 상세히 설명된다.

본 발명의 실시예는 본 발명을 구체화하는 반도체 IC(집적회로)의 일부의 단면도인 제2도에서 나타낸 바와 같다. 제2도에서, 인용부호 1은 일반적으로 반도체 IC칩을 나타낸다. 이 칩(1)은 n형 전도성인 반도체 기판(실리콘)(40)에서 p형 전도성인 매립층(50 및 55)을 형성하고 뒤이어 매립층에 광다이오드(10), 레지스터(20) 및 트랜지스터(30)를 형성하여 제조된다. 광다이오드(10)는 n형층(52), 고유층(51) 및 P형층(50)을 포함하는 p-i-n 광전다이오드이다. P형층(53)은 n형층(54)과 함께 레지스터(20)(제3도)를 형성하는 확산 레지스터이다. 트랜지스터(30)는 P형 매립층(55)에 형성된 n형의 소오스 및 드레인층(57, 56), 게이트절연막(61), 게이트전극(71)을 포함한 MOS트랜지스터이다. 인용부호 60은 전계산화막을 나타내고, 번호 70, 72-77은 배선의 접점을 나타낸다. 용이한 이해를 위해 제2도에서는 배선을 외부로 끌어낸 형태로 도시하였지만, 실제로는 전계산화막(60)에 구성한 인쇄배선에 의하여 배선되어 있다.

이렇게 마련된 칩(1)에는 불투명 절연 수지층(200)이 코팅된다. 특히, 불투명 수지층(200)은 스피너에 의하여 IC칩(1)상에 박막의 형태로 실리콘고무, 폴리이미드, 또는 백색티탄(산화티탄), 벤ガ타, 또는 탄소를 가진 에폭시를 인가하므로써 형성된다. 다음에, 개구(100)에는 불투명 수지막이 제공된다. 개구(100)는 광 다이오드(10) 바로 위에 위치되며 광다이오드의 동작영역보다 더 넓은 크기로 되어 있다. 개구(100)는, 개구가 설치되어지는 부분을 제외하고 불투명 수지층을 마스크하고 다음에 그 노출부분을 에칭하므로써 형성된다.

그 후에, 투명수지로 만들어진 총전재(210)가 개구(100)에 제공된다. 투명 수지막(210)은, 스피너에 의하여 실리콘 고무, 폴리이미드 또는 에폭시를 개구(100)내에 그리고 불투명 수지막의 상측표면위에 공급하고, 소정의 두께로 이 구조체를 에칭하므로써 형성될 수 있다. 다음에, 프레즈널 렌즈(220)는 총전재(210)의 표면상에 프레싱에 의해 형성된다. 렌즈(220)는 광다이오드의 동작영역보다 더 큰 개구로부터 입사되는 광을 광다이오드의 동작영역으로 집중 및 집합시키는 기능을 가지고 있다. 프레즈널 렌즈 대신에 구형렌즈, 굴절률 분산렌즈 등을 사용할 수도 있다. 투명층(210)은 스팍터링에 의해 형성된 유리층일 수 있다. 각 불투명층(200) 및 투명층(210)의 두께는 2 내지 3미크론이다.

제2도에서, 인용부호 6은 전기적 클럭신호를 발생하는 전기 클럭신호 발생회로를 나타내고, 인용부호 5는 전기적 클럭신호에 응답하여 광클럭신호를 발생하는 광클럭신호 발생수단을 나타낸다. 광클

력신호는 광의 강도 변화의 형태, 광의 온/오프의 형태 등의 형태로 전송되고, 로직회로부(300)을 동작시키는 전기신호로서 사용된다(제3도 참조). 클럭신호 발생회로(6)는 예로서 도시된 것으로, 유사한 효과를 가진 다른 신호가 사용될 수도 있다. 즉, 신호 발생회로(6)는 전기 펄스신호를 발생하는 펄스발생수단일 수도 있다. 전기펄스를 광펄스신호로 변환시킴으로써 본 발명은 유효하게 응용할 수 있다.

다음에, 제2도에서 나타낸 실시예의 동작을 제2도의 구조체의 회로와 등가적인 제3도를 참조하여 설명될 것이다. 광클럭신호 발생기(5)에서 나온 광클럭신호는 IC칩(1)의 광다이오드(10)를 조사한다. 이때 광전다이오드에 입사되는 광은 개구(100)에 제공된 투명층을 통하여 투명층의 렌즈작용으로 모아져서 광다이오드(10)의 동작영역을 조사한다. 광의 조사로 인해, 광다이오드(10)은 통전되어 전원 +Vcc로부터 전류가 양단에 전압이 걸리게 되는 레지스터(20)(예를 들면 1kΩ)를 통해 흐르게 된다. 이 전압은 MOS트랜지스터(30)에 의해 증폭되어 로직회로부(300)에 전기 클럭신호로서 공급된다. 다른 방법으로, 신호발생회로(6)가 제2도와 관련하여 설명된 클럭신호 발생회로가 아닌 통상의 펄스 발생기로 형성되는 경우에, 펄스 발생기(6)에 의해 발생된 전기 펄스신호가 회로(5)에 의해 광펄스신호로 변환된다. 광다이오드(10)는 광펄스신호에 의해 구동된다.

상기 설명이 하나의 광다이오드(10), 하나의 레지스터(20) 및 하나의 MOS트랜지스터(30)을 포함하는 단일의 로직소자와 관련하여 행해지고 있으나, 실제로 복수의 로직소자가 IC칩으로 형성될 수 있다. 본 실시예에서, 복수의 로직소자는 단일의 광클럭신호 발생수단에 의하여 동시에 작동될 수 있다. 이 상태를 제4도에서 설명하고 있다. 제4도를 참조하여, IC칩(1)은 복수의 로직 회로를 포함한다. 인용부호 2는 하측모울드를, 부호 3은 단자를, 부호 4는 상측 모울드를 나타낸다. 상측 모울드(4)의 내측에는 전기클럭신호 발생회로(6)로부터 전기클럭신호를 수신하는 발광다이오드 같은 광클럭신호 발생기(5)가 장착되어 있어 광클럭신호를 발생한다. 광신호 또는 발광다이오드(5)로부터 발광된 광은 칩(1)의 전체를 조사한다. 따라서, 칩(1)상의 광다이오드는 일 클럭신호에 의해 모두 한번 작동된다. 결과적으로, 모든 광다이오드의 동작타이밍은 서로 일치하여 클럭신호의 전송적 지연에 따른 타이밍 순간 이상이 나타나지 않는다.

광다이오드의 상측표면을 제외한 구조체의 모든 부분들이 불투명 수지막(200)으로 코팅되어 있기 때문에, 광다이오드의 위치를 제외하고 광전자 발생이 방지되어, 집적회로의 특성 열화 및/또는 그 이상동작이 발생하지 않게 되는 것은 제2도로부터 명백하게 된다.

설명된 바와 같이, 개구(100)의 크기는 광다이오드의 동작영역보다 더 크게 만들어지고, 투명층이 개구(100)에 제공되고, 이 투명층은 렌즈기능을 갖는다. 따라서, 광다이오드의 동작영역에 대응하는 영역상에 조사되는 광만이 유효하게 되지만, 광다이오드의 동작영역보다 더 큰 개구로부터 입사되는 광이 유효하게 사용될 수 있다. 다시 말해, 더 큰 개구(100)로부터의 광은 개구에 제공된 렌즈를 이용하여 광다이오드의 동작영역으로 모여져, 입사광의 수광효율을 증진시킨다.

상술의 실시예에서는 발광다이오드(LED)(5)가 상측 모울드(4)의 내측에 장착되어 있어 LED로부터 발광된 광이 신호광으로 사용되고 있지만, 유리같은 투명재료로 만들어진 원도우가 상측 모울드(4)에 제공되어 신호광이 내부칩(1)을 조사하게 원도우로부터 도입되어지는 구성이 이용될 수 있다.

제5도는 개구(100)에 제공된 투명층이 광의 파장에 따라 다른 선택성을 갖는 본 발명의 다른 실시예를 나타낸다. 특히, IC칩(1)상의 광다이오드는 복수의 세트로 그룹화되어 있고 한 세트의 광다이오드(광다이오드(10a만이 도시)위의 개구(100)에 제공된 투명층(230)은 파장  $\lambda_1$ 을 갖는 광을 선택적으로 전송시키는 한편, 다른 세트의 광다이오드(광다이오드(10b만이 도시)위의 개구(100)에 제공된 투명층(240)은 파장  $\lambda_2$ 을 갖는 광을 선택적으로 전송시킨다. 다이오드 세트의 개수는 필요한 데로 증가될 수 있다. 인용부호 80은 투명 수지층을 나타낸다.

IC칩(1)위에 제공된 광클럭신호 발생수단은 하나가 파장  $\lambda_1$ 의 광을 방사하고 다른 하나는 파장  $\lambda_2$ 의 광을 방사하는 두 부분(5a) 및 (5b)으로 나누어진다. 따라서, 다른 위상을 갖는 클럭신호에 의해 각각 부분(5a) 및 (5b)을 구동하므로써, IC칩상의 복수의 광다이오드가 다상의 클럭신호에 의해 구동될 수 있다. 각 세트에 속하는 광다이오드는 제2도에서 나타낸 실시예의 경우와 같이 동시에 작동되어, 타이밍 수간 이상이 발생하지 않게 된다. 다른 파장 선택성을 갖는 각 투명층은 소정의 파장 선택성을 갖는 다이가 부가된 젤라틴을 이용하여 형성될 수 있다.

제6도는 제5도의 실시예와 유사한 본 발명의 다른 실시예를 나타내지만 광 수광효율성을 증진시키는 데에 목적이 있다. 개구(100)의 크기는 광다이오드의 동작영역보다 더 크게 만들어진다. 개구(100)에 충전된 투명층(250 및 260)에는 다른 파장 선택성을 갖게 되어 있다. 각 투명층에는 또한 프레즈널 렌즈(220) 등에 의한 렌즈작용이 제공되어 있다. 결과적으로, 광다이오드의 동작영역보다 더 큰 개구로부터 입사된 광은 이 동작영역으로 모여진다.

본 발명은 특정 실시예에 관련하여 설명되었지만, 본 발명은 이들 실시예에 한정되지는 않는다. 본 발명의 청구범위에 기재된 본 발명의 영역내에서 벗어나지 않고 개시된 실시예의 변형 및 수정이 가능한 것이 이해될 수 있을 것이다.

## (57) 청구의 범위

### 청구항 1

반도체 기판과 ; 전기펄스신호에 응답하여 광펄스신호를 발생하는 광펄스신호 발생수단과 ; 상기 반도체 기판에 형성되며, 상기 광펄스신호 발생수단으로부터 발생되어 상기 반도체 기판의 표면상에 입사되는 광펄스신호에 응답하여 광신호를 전기신호로 변환시키는 광전변환소자와 ; 상기 광전변환소자 이외의 소자로 상기 반도체 기판에 구성되는 전기회로소자와 ; 상기 반도체 기판의 표면을 피복하도록 배치되며, 상기 광전변환소자위에 개구를 가지고 있는 불투명층과 ; 상기 개구에 제공된

투명층을 포함하는 것을 특징으로 하는 광배선식 반도체 집적회로.

### 청구항 2

반도체 기판과 : 전기펄스신호에 응답하여 광펄스신호를 발생하는 광펄스신호 발생수단과 ; 상기 반도체 기판에 형성되며, 상기 광펄스신호 발생수단으로부터 발생되어 상기 반도체 기판의 표면상에 입사되는 광펄스신호에 응답하여 광신호를 전기신호로 변환시키는 광전변환소자와 ; 상기 광전변환소자 이외의 소자로 상기 반도체 기판에 구성되는 전기회로소자와 ; 상기 반도체 기판의 표면을 피복하도록 배치되며, 상기 광전변환소자위에 개구를 가지고 있는 불투명층과 ; 상기 개구에 제공되며, 상기 개구를 통한 입사광을 상기 광전변환소자위에 개구를 가지고 있는 불투명층과 ; 상기 개구에 제공되며, 상기 광전변환소자의 동작영역으로 집중시키는 렌즈작용을 가지는 투명층을 포함하는 것을 특징으로 하는 광배선식 반도체 집적회로.

### 청구항 3

제2항에 있어서, 상기 렌즈 작용을 가지는 투명층은 프레즈널 렌즈인 것을 특징으로 하는 광배선식 반도체 집적회로.

### 청구항 4

제2항에 있어서, 상기 렌즈 작용을 가지는 투명층은 굴절률 분산렌즈인 것을 특징으로 하는 광배선식 반도체 집적회로.

### 청구항 5

제2항에 있어서, 상기 렌즈 작용을 가지는 투명층은 구형렌즈인 것을 특징으로 하는 광배선식 반도체 집적회로.

### 청구항 6

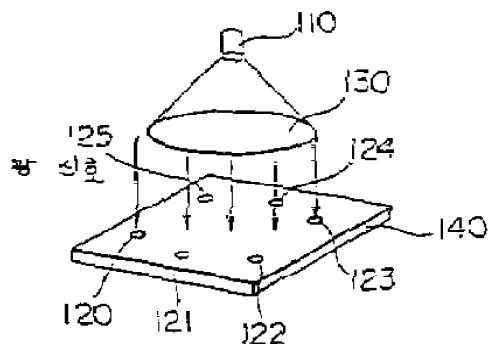
반도체 기판과 : 전기펄스신호에 응답하여 광펄스신호를 발생하는 광펄스신호 발생수단과 ; 상기 반도체 기판에 형성되며, 상기 광펄스신호 발생수단으로부터 발생되어 상기 반도체 기판의 표면상에 입사되는 광펄스신호에 응답하여 광신호를 전기신호로 변환시키는 광전변환소자와 ; 상기 광전변환소자 이외의 소자로 상기 반도체 기판에 구성되는 전기회로소자와 ; 상기 반도체 기판의 표면을 피복하도록 배치되며, 상기 광전변환소자위에 개구를 가지고 있는 불투명층과 ; 상기 개구에 제공되며, 각각 상기 복수의 세트의 광전변환소자에 대응하는 복수의 세트로 그룹화되어 있는 투명층을 포함하고, 상기 복수의 세트의 투명층은 다른 파장의 광에 대하여 파장 선택성을 가지고 있어 각 관련 세트의 모든 광전변환소자가 대응하는 파장을 갖는 광에 응답하여 동시에 작동되게 하는 것을 특징으로 하는 광배선식 반도체 집적회로.

### 청구항 7

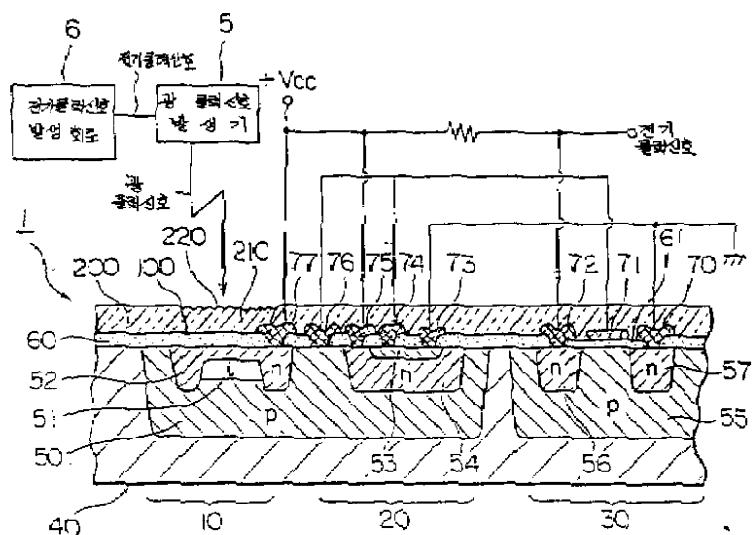
반도체 기판과; 전기펄스신호에 응답하여 광펄스신호를 발생하는 광펄스신호 발생수단과 ; 상기 반도체 기판에 형성되며, 상기 광펄스신호 발생수단으로부터 발생되어 상기 반도체 기판의 표면상에 입사되는 광펄스신호에 응답하여 광신호를 전기신호로 변환시키는 광전변환소자와 ; 상기 광전변환소자 이외의 소자로 상기 반도체 기판에 구성되는 전기회로소자와 ; 상기 반도체 기판의 표면을 피복하도록 배치되며, 상기 광전변환소자위에 개구를 가지고 있는 불투명층과 ; 상기 개구에 제공되며, 상기 개구를 통해 입사된 광을 상기 관련 광전변환소자의 동작영역으로 집중시키는 렌즈작용을 가지며, 각각 상기 복수의 세트의 광전변환소자에 대응하는 복수의 세트로 그룹화되어 있는 투명층을 포함하고, 상기 복수의 세트의 투명층은 다른 파장의 광에 대하여 파장 선택성을 가지고 있어 각 관련 세트의 모든 광전변환소자가 대응하는 파장을 갖는 광에 응답하여 동시에 작동되게 하는 것을 특징으로 하는 광배선식 반도체 집적회로.

## 도면

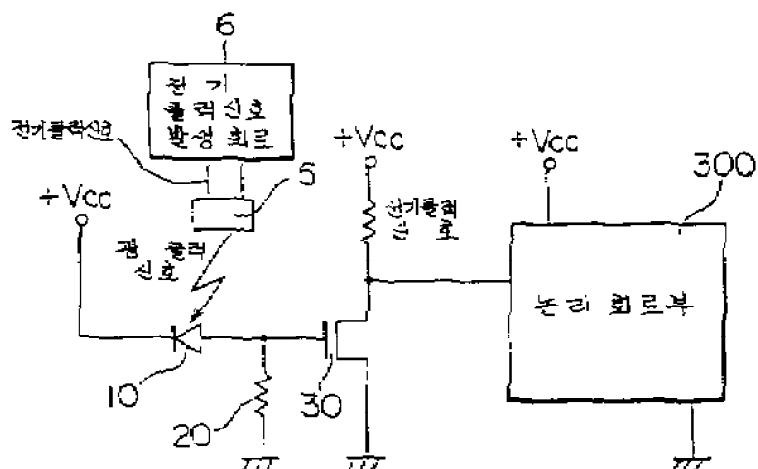
### 도면1



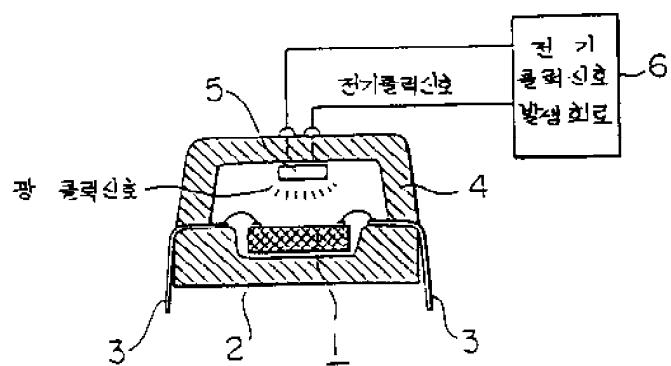
도면2



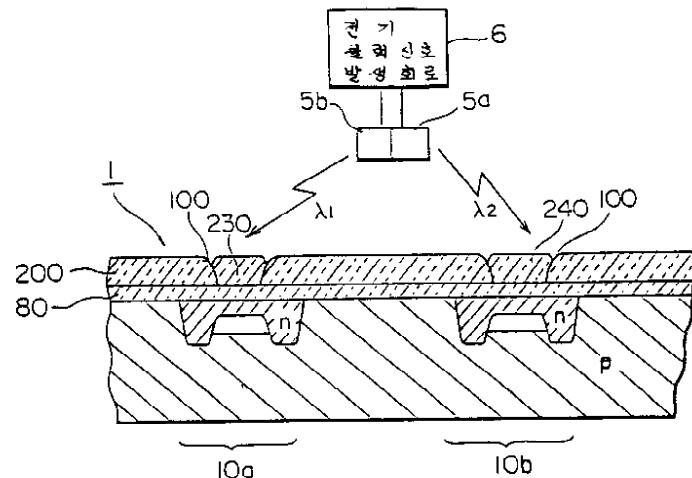
도면3



도면4



도면5



도면6

