

(19) 대한민국특허청(KR)
(12) 특허공보(B1)

(51) Int. Cl.⁵
H01L 13/00

(45) 공고일자 1990년01월 19일
(11) 공고번호 90-000076

(21) 출원번호	특1986-0011576	(65) 공개번호	특1987-0007574
(22) 출원일자	1986년12월30일	(43) 공개일자	1987년08월20일
(30) 우선권 주장	61-000776 1986년01월08일 일본(JP)		
(71) 출원인	후지쓰가부시끼가이샤 야마도도 다꾸마		
	일본국 가나가와켄 가와사끼시 나카하라구 가미고 다나카 1015번지		

(72) 발명자 이토 마사노리
일본국 가나가와켄 사가미하라시 미나미다이 3-8-19
(74) 대리인 문병암

심사관 : 정용철 (특허공보 제1722호)

(54) 금속-반도체-금속 포토다이오드

요약

내용 없음.

대표도

도1

명세서

[발명의 명칭]

금속-반도체-금속 포토다이오드

[도면의 간단한 설명]

제1도는 암 전류(dark current)와 장벽 높이와의 관계.

제2도는 종래의 MSM 포토다이오드의 에너지 밴드를 도시한 다이어그램.

제3도는 본 발명에 따른 MSM 포토다이오드의 실시예의 요부 평면도.

제4도는 제3도의 IV-IV선에 따른 MSM 포토다이오드의 단면도.

제5도는 제3도와 제4도에 도시된 MSM 포토다이오드의 에너지 밴드를 나타낸 다이어그램.

제6도는 본 발명에 따른 MSM 포토다이오드의 응용을 나타낸 단면도이다.

제7도는 본 발명에 따른 MSM 포토다이오드의 또다른 실시예를 나타낸 단면도이다.

[발명의 상세한 설명]

본 발명은 일반적으로 금속-반도체-금속 포토다이오드에 관한 것으로서 특히 최소의 암 전류를 가진 금속-반도체-금속 포토다이오드에 관한 것이다.

일반적으로 금속-반도체-금속(MSM) 포토다이오드는 트랜지스터를 집적시킨 반도체 장치를 형성하는데 적합하다. 본 발명자는 암 전류가 감소된 MSM 포토다이오드에 대하여 일본 특허 출원번호 60-111376에 일찌기 제안하였다.

종래의 MSM 포토다이오드에 의하면 암 전류를 감소시키고 만족할만한 신호대 잡음비를 가지고 신호를 수신할 수 있는 신호 수신할 수 있는 신호 수신 시스템을 얻기 위하여 실리콘 텅스텐 (WSi_x)을 MSM 포토다이오드의 전극용 물질로서 사용하였다.

종래의 MSM 포토다이오드는 암 전류가 감소되고 신호 수신 시스템이 만족할만한 신호대 잡음비를 가지고 신호를 수신할 수 있다는 장점이 있다. 그러나 종래의 MSM 포토다이오드에는 MSM 포토다이오드의 애노드 및 캐소드 전극을 위하여 같은 전극물질이 사용되고 전극물질을 선택함에 있어서, 어떤 중간물이 필요하다. 다시 말하면 전도 대역으로부터의 쇼트키 장벽이 높을대, 주입전자는 적고 주입홀은 많다. 한편, 전도대역으로부터의 쇼트키 장벽이 낮을때는 주입홀이 적지만 주입전자는 많다.

그러므로 WSi_x 가 MSM포토다이오드의 애노우드 및 캐소우드 전극을 위한 전극물질로서 사용되어진다. 그러나 암 전류를 더욱 감소시킬 수 있다면 더욱 좋다. 따라서 상기 언급된 요구사항이 충족된 새롭고 유용한 MSM 포토다이오드를 제공하는 것이 본 발명의 일반적인 목적이다.

본 발명의 또 하나의 더 구체적인 목적은 MSM 포토다이오드의 애노우드 전극 및 캐소우드 전극을 구성하는 전극물질이 암 전류가 최소인 서로 상이하고 적당한 물질로 선택되는 MSM 포토다이오드를 제공하는 것이다. 본 발명의 MSM 포토다이오드에 따르면 만족할만한 신호대 잡음비를 가지고서 신호를 수신하는 신호수신 시스템을 얻을 수 있다.

본 발명의 또 하나의 목적은 캐소우드 전극이 $\phi_{bn} > E_g/2$ 를 충족하는 쇼트키 장벽 높이 ϕ_{bn} 을 가지고 있고, 애노우드 전극 $\phi_{bp} > E_g/2$ 를 충족하는 쇼트키 장벽 높이 ϕ_{bp} 를 가지는 서로 다른 전극물질로 구성된 애노우드 전극 및 캐소우드 전극을 가지는 MSM 포토다이오드를 제공하는 것이고 여기에서 E_g 는 에너지 밴드 갭을 나타낸다. 본 발명의 MSM 포토다이오드에 의하면 MSM 포토다이오드가 광신호를 수신할때, 큰 전류를 얻을 수 있다. 그러므로 암 전류를 크게 줄일 수가 있고 만족할만한 신호대 잡음비를 가지고 신호를 수신하는 신호 수신 시스템을 얻을 수 있다.

본 발명의 더 나아서의 목적은 적어도 하나의 캐소우드 전극과 애노우드 전극이 비교적 적은 두께의 막을 가지고 있고, 인듐산화 주석(ITO) 또는 산화인듐(InO_x)층이 비교적 적은 두께의 막을 가진 전극상에 형성되는 MSM 포토다이오드를 제공하는 것이다. 본 발명의 MSM 포토다이오드에 따르면 MSM 포토다이오드의 감도를 개선할 수가 있다.

본 발명의 다른 목적 및 더 나아간 특징들은 첨부 도면을 참조하여 다음 명세서를 읽음으로써 나타난다. 전기 언급한 종래의 MSM 포토다이오드의 전극을 구성하는 물질로서 WSi_x 가 사용되어 암 전류가 감소되고 만족할만한 신호대 잡음비를 가지고서 신호를 수신할 수 있는 신호 수신 시스템을 얻을 수 있다. 제1도는 종래의 MSM 포토다이오드가 개발되었을때, 얻어진, 실험 결과인 쇼트키 장벽 높이와 암 전류 사이의 관계도이다. 제1도에서 가로좌표는 MSM 포토다이오드의 전극을 구성하는 금속에 의존하는 장벽 높이를 나타내고 세로 좌표는 MSM 포토다이오드의 암 전류를 나타낸다. 더우기 쇼트키 장벽 높이는 각 금속 전극이 n형의 갈륨 아세나이드(GaAs) 층상에 형성되고 바이어스 전압이 10V인 경우를 나타낸다. 제1도에서 알 수 있는 바와 같이 암 전류는 WSi_x 가 전극물질로써 사용될때, 최소치를 갖는다. 제1도에서 점선 I와 II는 각종 전극물질에 대하여 암 전류의 최소치를 연결함으로써 얻어지는 특성을 나타낸다.

제2도는 종래의 제안된 MSM 포토다이오드의 에너지 밴드 다이어그램이다. 제2도에서 M은 금속 전극, S는 반도체층, V는 바이어스 전압, ϕ_{bn} 은 전도대로부터의 쇼트키 장벽 높이, i_e 는 주입 전자 그리고 j_n 는 주입홀을 나타낸다. 장벽 높이 ϕ_{bn} 이 높으면 $\phi_{bn} = E_g - \phi_{bn}'$ 이기 때문에 주입 전자 j_e 는 적은 반면, j_n 는 많고, 여기에서 E_g 는 에너지 밴드 갭이다. 반면에 장벽 높이 ϕ_{bn} 이 낮으면 주입홀 j_n 가 적지만 주입 전자 j_e 는 많다.

따라서 $\phi_{bn} \approx E_g/2$ 일때, 최상의 결과가 얻어질 수 있고, WSi_x 는 이 조건을 만족시키는 물질이 된다. MSM 포토다이오드의 전극물질로서 WSi_x 를 사용함으로써 알루미늄(Al)같은 금속을 전극물질로서 사용하는 경우에 비하여 암 전류를 상당히 줄일 수 있다.

종래의 MSM 포토다이오드는 암 전류가 감소되고 신호 수신 시스템이 만족할만한 신호대 잡음비를 가지고서 신호를 수신할 수 있다는 점에서 장점이 있었다. 그러나 종래의 MSM 포토다이오드에서는 MSM 포토다이오드의 애노우드 및 캐소우드의 두 전극을 위하여 같은 전극물질이 사용되었고 전극물질을 선택할때에 매개물을 필요로 하였다. 따라서 WSi_x 가 MSM 포토다이오드의 애노우드 및 캐소우드의 두 전극을 위한 전극물질로써 사용되었다. 그러나 만일에 암 전류를 더 줄일 수만 있다면 더 유리하다.

본 발명은 MSM 포토다이오드의 애노우드 및 캐소우드 전극을 위하여 서로 다른 전극물질을 사용함으로써 종래의 MSM 포토다이오드에 비하여 암 전류를 더 줄일 수가 있다. 일반적으로 MSM 포토다이오드 내의 주입전자 j_e 와 주입홀 j_n 는 다음 관계식으로 나타낼 수 있고, 여기에서 A_n^* 과 A_p^* 는 리차드슨 상수, T는 절대 온도, q는 전하량, k는 볼츠만 상수, 그리고 $\Delta\phi_{bn}$ 과 $\Delta\phi_{bp}$ 는 각각의 장벽 높이 ϕ_{bn} 과 ϕ_{bp} 에서의 편차를 나타낸다. $q\Delta\phi_{bn}/kT$ 와 $q\Delta\phi_{bp}/kT$ 항은 바이어스 전압이 변할때에 장벽 높이가 감소하기 때문에 생기는 것이고 실적으로 아무런 영향도 없다.

$$j_e \propto A_n^* T^2 e^{-q\phi_{bn}/kT} \cdot q\Delta\phi_{bn}/kT$$

$$j_n \propto A_p^* T^2 e^{-q\phi_{bp}/kT} \cdot q\Delta\phi_{bp}/kT$$

상기 식으로부터 알 수 있는 바와 같이 암 전류를 줄이기 위하여 주입 전자와 주입홀을 증가시키기 위해서는 장벽 높이 ϕ_{bn} 과 ϕ_{bp} 가 높아져야만 한다. 종래의 MSM 포토다이오드에서는 장벽 높이가 약 $E_g/2$ 이었고, 이 경우에 비하여 주입 전자와 주입홀을 증가시키기 위해서는 장벽 높이 ϕ_{bn} 과 ϕ_{bp} 가 $\phi_{bn} > E_g/2$ 와 $\phi_{bp} > E_g/2$ 를 만족시켜야만 한다. 그러므로 본 발명에 다른 MSM 포토다이오드에서 MSM 포토다이오드의 캐소우드 및 애노우드 전극은 캐소우드 전극이 $\phi_{bn} > E_g/2$ 를 만족시키는 장벽 높이 ϕ_{bn} 을 가지고 있고, 애노우드전극이 $\phi_{bp} > E_g/2$ 를 만족시키는 장벽 높이 ϕ_{bp} 를 가지고 있는 서로 다른 전극물질(예를 들면 Au와 In)으로 만들어진다. 본 발명의 MSM포토다이오드에 의하면 장벽 높이 ϕ_{bn} 과 ϕ_{bp} 가 j_e 와 j_n 같은 캐리어의 열 방출을 피할 만큼 충분히 높기 때문에 암 전류를 크게 줄일 수 있다. 반면에 장벽 높이 ϕ_{bn} 과 ϕ_{bp} 는 MSM 포토다이오드가 광신호를 받을때에 생성된 전류와 별로 관계가 없기 때문에 광신호에 따르면 전류를 감소시킴이 없이 암 전류를 줄일 수가 있

다. 그러므로 만족할만한 신호대 잡음비를 가지고서 신호를 수신하는 신호수신 시스템을 얻을 수 있다.

MSM 포토다이오드의 캐소우드 측의 장벽 높이 ϕ_{bn} 을 $E_g/2$ 이상으로 하기 위해서는 금(Au) 백금(Pt), 티타늄(Ti)와 Al 같은 물질이 캐소우드 전극을 구성하는 전극물질로써 사용된다. 반면에 MSM 포토다이오드의 애노우드측의 장벽 높이 ϕ_{bp} 을 $E_g/2$ 이상으로 하기 위해서는 인듐(In)과 WSi_x 같은 물질이 애노우드 전극을 구성하는 전극물질로써 사용되고, 여기에서 x 는 0.5 내지 0.8정도이고, 예를 들면 $x=0.64$ 이다.

제3도는 본 발명에 따른 MSM 포토다이오드의 실시예의 요부 평면도이다. 제3도에서 MSM 포토다이오드는 GaAs 액티브층 12, Au로 만들어진 캐소우드 전극 14와 In으로 만들어진 애노우드 전극 15를 포함한다.

제4도는 제3도의 IV-IV선을 따라서 나타낸 MSM 포토다이오드의 단면도이다. 제4도에서 제3도의 상응하는 부분과 같은 부분은 같은 참조 숫자로 나타내었다.

제4도에서 액티브 GaAs층 12는 반절연 GaAs 기판 11상에 형성되고, 실리콘 니트라이드(SiN)층 13은 액티브 GaAs 층 12상에 형성된다. 바이어스 전압 V 는 보이는 바와 같이 애노우드 및 캐소우드를 통하여 인가된다. 제3도와 제4도에서 보인 MSM 포토다이오드에서 콤(comb)의 이빨 모양으로 배열된 캐소우드 및 애노우드 전극 14와 15 사이의 부분에 빛을 투사한다.

제5도는 제3도와 제4도에서 보인 MSM 포토다이오드의 에너지 밴드 다이어그램을 나타낸다. 제5도에서 제2도와 상응하는 부분은 같은 참조 문자로 표시하였다. 제5도에서 알 수 있는 바와 같이 캐소우드 전극은 $\phi_{bn} > E_g/2$ 를 만족시키는 장벽 높이 ϕ_{bn} 을 가지며 애노우드 전극은 $\phi_{bp} > E_g/2$ 를 만족시키는 장벽 높이 ϕ_{bp} 를 갖는다. 바이어스 전압 V 는 도면에서 알 수 있는 바와 같이 애노우드 및 캐소우드를 통하여 인가된다. 따라서 MSM 포토다이오드가 빛을 받을 때 흐르는 전류량은 커지고 암 전류는 크게 감소된다. 종래의 MSM 포토다이오드에 비하여 본 발명에 따른, MSM 포토다이오드에서의

암 전류는 종래의 MSM 포토다이오드의 암 전류의 적어도 $\frac{1}{10}$ 로 감소된다. 결과적으로 만족할만한 신호대 잡음비를 가지고서 신호를 수신하는 신호 시스템을 얻을 수가 있다.

제6도는 제3도와 제4도에서 보인 MSM 포토다이오드가 반도체 장치를 구성하기 위하여 금속 반도체 전계효과트랜지스터(MESFET)같은 트랜지스터와 결합된 경우를 나타낸다. 제6도에서 제4도와 상응하는 부분은 같은 참조 숫자로 표시하고 그에 대한 설명은 생략한다. 제6도에서 추가적인 GaAs 액티브층 20이 GaAs 액티브층 12상에 형성되고, 쇼트키 게이트 전극 21, 오믹 콘택트 소스(ohmic contact source) 22와 오믹콘택트 드레인 23이 추가적인 GaAs 액티브층 20위에 형성된다. 이 경우에 MESFET부 24 사에서의 GaAs 액티브층 12가 버퍼층으로써 작용한다.

제7도는 본 발명에 따른 MSM 포토다이오드의 다른 하나의 실시예를 나타낸다. 제7도에서 제4도와 상응하는 부분은 같은 참조 숫자로 나타내었고 이에 대한 설명은 생략한다. 이 실시예에서 캐소우드와 애노우드 전극 14와 15는 50Å 내지 100Å 정도의 적은 두께의 막을 가지며, 인듐산화 주석(ITO) 또는 산화인듐(InO_x)으로 만들어지고, 2000Å 정도의 두께를 가진 막이 있는 추가층 26이 캐소우드와 애노우드 전극 14와 15위에 형성되어 MSM 포토다이오드의 감도를 효과적으로 증가시킨다.

전술한 실시예의 경우에서와 마찬가지로 본 실시예에서도 암 전류와 최소로 될 수 있다. 비록 캐소우드와 애노우드 전극 14와 15의 양쪽위에 추가층 26을 제공하는 것이 더 좋지만, 추가층 26은 캐소우드와 애노우드전극 14와 15의 단지 하나 위에서만 형성될 수도 있다.

더우기 본 발명은 이들 실시예로 제한되는 것이 아니고 본 발명의 범위에서 벗어남이 없이 여러가지 변화 및 수정이 가능하다.

(57) 청구의 범위

청구항 1

금속-반도체-금속 포토다이오드에 있어서, 반도체층(12), 상기 반도체층(12)상에 형성되고, E_g 가 에너지 밴드갭을 나타낼때에 $\phi_{bn} > E_g/2$ 의 관계를 만족시키는 전도대로부터의 쇼트키 장벽 높이 ϕ_{bn} 을 가지는 첫번째 전극물질로 만들어진 캐소우드 전극(14)과, 상기 반도체층상에 형성되고 $\phi_{bp} > E_g/2$ 의 관계를 만족시키는 가전자대로부터의 쇼트키 장벽 높이 ϕ_{bp} 를 가지는 다른 두번째 전극물질로 만들어진 애노우드 전극(15)을 포함하는 것을 특징으로 하는 금속-반도체-금속 포토다이오드.

청구항 2

청구범위 제1항에 있어서, 상기 첫번째 전극물질이 금, 백금, 티타늄 및 알루미늄의 그룹으로부터 선택되고 상기 두번째 전극물질이 인듐과 실리콘 텅스텐의 그룹으로부터 선택되는 금속-반도체-금속 포토다이오드.

청구항 3

청구범위 제2항에 있어서, 상기 두번째 전극물질이 WSi_x 이고, 여기에서 x 는 0.5내지 0.8정도인 금속-반도체-금속 포토다이오드.

청구항 4

청구범위 제1항에 있어서, 더우기 상기 캐소우드 전극(14)과 상기 애노우드 전극(15)중의 적어도 하나위에 형성된 추가층(26)을 포함하고 상기 추가층을 인듐산화 주석과 산화인듐으로부터 선택된 물

질로 만들어 지는 금속-반도체-금속 포토다이오드.

청구항 5

청구범위 제4항에 있어서, 상기 추가층(26)에 2000 Å 정도의 두께를 가진 막이 있고, 상기 추가층(26)이 형성된 상기 캐소우드 전극(14) 및/또는 상기 애노우드 전극(15)에 50 Å 내지 100 Å 정도의 두께를 가진 막이 있는 금속-반도체-금속 포토다이오드.

청구항 6

청구범위 제1항에 있어서, 상기 반도체층(12)이 액티브층이고, 상기 액티브층이 반절연 기판상(11)에 형성되는 금속-반도체-금속 포토다이오드.

청구항 7

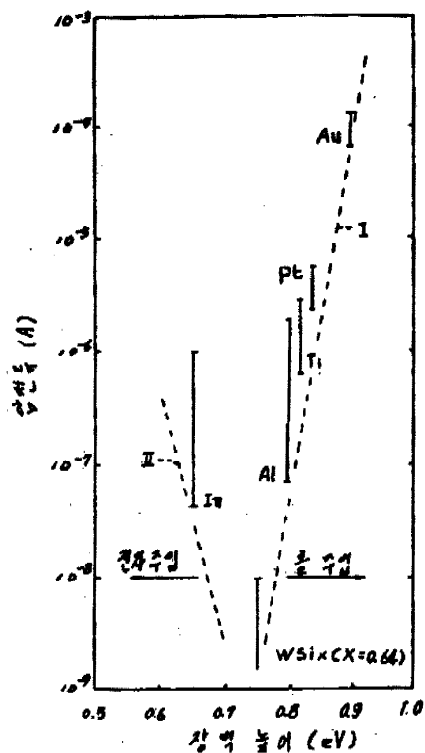
청구범위 제6항에 있어서, 상기 액티브층(12)이 갈륨 아세나이드로 만들어진 금속-반도체-금속 포토다이오드.

청구항 8

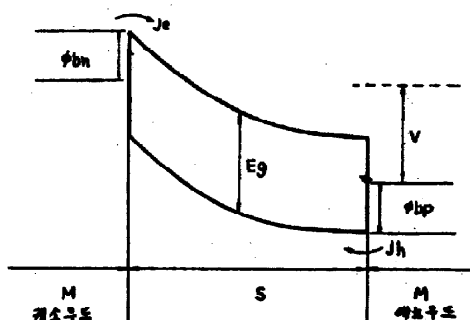
청구범위 제6항에 있어서, 상기 캐소우드 전극(14)과 상기 애노우드 전극(15)의 콤의 이빨 형태로 상기 액티브층(12) 위에 배열되고 상기 캐소우드 전극(14) 및 상기 애노우드 전극(15)의 이빨 형태로 나타나는 금속-반도체-금속 포토다이오드.

도면

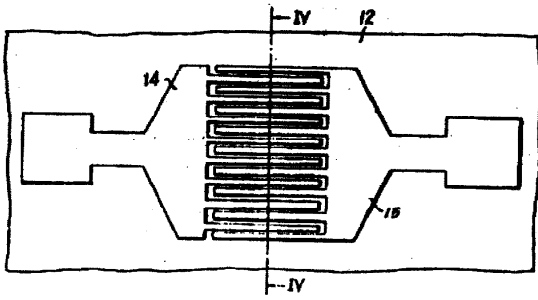
도면1



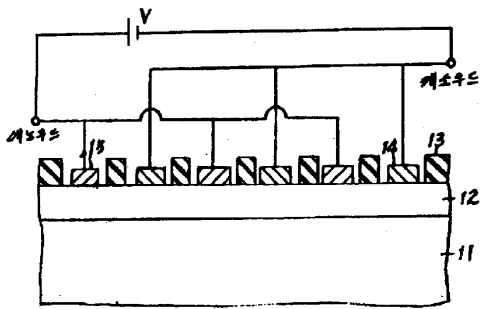
도면2



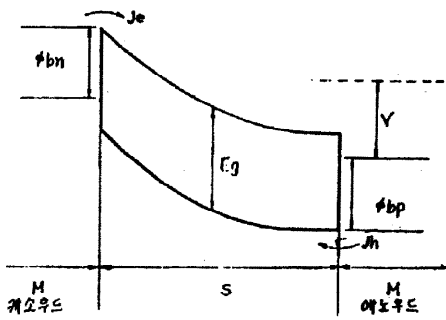
도면3



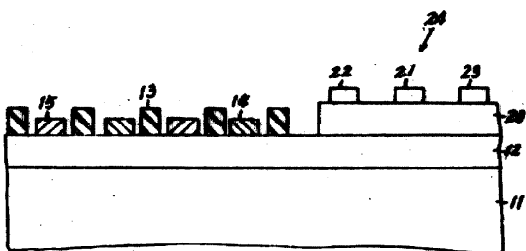
도면4



도면5



도면6



도면7

