



ДЕРЖАВНА СЛУЖБА
ІНТЕЛЕКТУАЛЬНОЇ
ВЛАСНОСТІ
УКРАЇНИ

УКРАЇНА

(19) **UA** (11) **113671** (13) **U**
(51) МПК (2016.01)
H01L 31/00

(12) ОПИС ДО ПАТЕНТУ НА КОРИСНУ МОДЕЛЬ

(21) Номер заявки: u 2016 07934	(72) Винахідник(и): Махній Віктор Петрович (UA), Герман Іванна Іванівна (UA), Бодюл Георгій Ілліч (UA), Склярчук Валерій Михайлович (UA)
(22) Дата подання заявки: 18.07.2016	
(24) Дата, з якої є чинними права на корисну модель: 10.02.2017	
(46) Публікація відомостей про видачу патенту: 10.02.2017, Бюл.№ 3	(73) Власник(и): ЧЕРНІВЕЦЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ ІМЕНІ ЮРІЯ ФЕДЬКОВИЧА, вул. Коцюбинського, 2, м. Чернівці, 58012 (UA)

(54) СПОСІБ ВИГОТОВЛЕННЯ ФОТОДІОДА НА ОСНОВІ КОНТАКТУ МЕТАЛ-GaP

(57) Реферат:

Спосіб виготовлення фотодіода на основі контакту метал-GaP включає механічне та хімічне полірування підкладинки, створення омичного та випрямляючого контактів. Підкладинки n-GaP травлять у розплаві $\text{KOH}:\text{NaNO}_3=1:50$ при температурі $500\pm 50^\circ\text{C}$ протягом 20 ± 10 хв., далі на них термічним напыленням у вакуумі наносять напівпрозору плівку Ni, що є випрямляючим контактом.

UA 113671 U

Корисна модель належить до технологій виготовлення напівпровідникових фотодетекторів, зокрема, з випрямляючим бар'єром типу метал-напівпровідник.

Поверхнево-бар'єрні діоди на основі широкозонних напівпровідників є перспективними для виготовлення фотодетекторів короткохвильового діапазону, включаючи й важливий для практики ультрафіолетовий [1]. На даний час уже створено і використовуються контакти Au-GaP, фоточутливість яких охоплює область енергій 2,5-6 еВ при максимальній струмовій чутливості $S_{\omega} \approx 0,15$ А/Вт [2]. Такі фотодетектори мають широкий діапазон лінійності, а також більш високі температурну та радіаційну стійкості порівняно з аналогічними структурами на основі Si та GaAs. Головними недоліками контактів Au-GaP є висока вартість золота, а також відносно низька висота потенціального бар'єра ($\phi_0 \leq 1,2$ еВ при 300 К), що обмежує можливості їх експлуатації при підвищених температурах. Особливо важливим це питання стає при використанні структур у фотодіодному режимі, який помітно покращує швидкодію фотодетекторів [3]. Усунення згаданих недоліків потребує пошуку нових технологічних методів і режимів виготовлення контактів метал- GaP, спрямованих у першу чергу на збільшення висоти потенціального бар'єра і зменшення швидкості поверхневої рекомбінації, а також зниження вартості фотодіода.

Найбільш близьким до способу, що заявляється, є спосіб виготовлення фотодіодів метал- GaP, який описано у роботі [2]. Базовими підкладками слугували епітаксійні одношарові структури типу n-n⁺, у яких активною областю був нелегований n-шар товщиною ~ 10 мкм. Концентрація носіїв заряду в n⁺-підкладці складала $(3-7) \cdot 10^{17}$ см⁻³, а в епітаксійному n-шарі - $2 \cdot 10^{16}$ см⁻³. Після травлення структур на n⁺-стороні створювались омичні контакти, а на епітаксійний n-шар термічним напиленням у вакуумі не гірше 10^{-7} Торр наносилась напівпрозора плівка Au, яка слугувала випрямляючим контактом. Максимум фоточутливості знаходився при енергіях фотонів 2,8-2,9 еВ, а струмова чутливість S_{ω}^{\max} досягала при 300 К значення 0,15 А/Вт.

Задача корисної моделі - збільшення струмової чутливості та зменшення вартості фотодіода за рахунок зміни технології його виготовлення та використання більш дешевих підкладок і матеріалу випрямляючого контакту.

Поставлена задача вирішується тим, що у способі виготовлення фотодіода на основі контакту метал-n-GaP, що включає операції травлення підкладок і нанесення омичного та випрямляючого контактів, згідно з корисною моделлю, травлять підкладки n-GaP у розплаві KOH:NaNO₃=1:50 при температурі 500±50 °С протягом 20±10 хв., а випрямляючим контактом є нанесена термічним напиленням у вакуумі напівпрозора плівка Ni.

Запропонований спосіб апробований при виготовленні фотодіодів метал-GaP на базі комерційно доступних пластин n-GaP без епітаксійного шару з концентрацією носіїв $(3-7) \cdot 10^{17}$ см⁻³. Вирізани з пластин підкладки розміром 4×4 мм² проходили поетапні механічне та хімічне полірування в "царській горілці" (HCl:HNO₃:H₂O=3:1:1), у результаті чого їх поверхня, як і у найближчому аналогу, була дзеркальною. Після додаткового травлення підкладок у розплаві HCl:NaNO₃=1:50 при температурі 500±50 °С протягом 20±10 хв. їх поверхня стає матовою. Оброблені таким чином підкладки ретельно відмивались у кип'ячій дистильованій воді для видалення продуктів травлення і сушились на повітрі. У подальшому підкладки зі дзеркальною і матовою поверхнями умовно позначаються типом 1 і типом 2. На одну з більших сторін підкладок обох типів вплавлялись індіїв омичні контакти, а на протилежну методом термічного напилення у вакуумі не гірше 10^{-4} Торр наносилась напівпрозора плівка Ni, яка слугувала випрямляючим контактом.

Дослідження показали, що фотоелектричні параметри контактів Ni-GaP, 1 типу близькі до аналогічних параметрів контактів Au-GaP (найближчий аналог) [2]. Натомість, параметри фотодіодів Ni-GaP, виготовлених на підкладках 2, типу суттєво перевищують параметри найближчого аналогу і контактів 1 типу, що ілюструються даними таблиці.

Таблиця

Параметри, при 300 К		ϕ_0 , еВ	V_{OC} , В	$\hbar\omega_m$, еВ	S_{ω}^{\max}
фотодіод	Au-GaP, найближчий аналог	1,2	0,5	2,8	0,15
	Ni-GaP, тип 1	1,2	0,5	2,8	0,12
	Ni-GaP, тип 2	1,8	0,9	2,8	0,35

Наведені у таблиці висота потенціального бар'єра ϕ_0 , напруга холостого ходу V_{OC} і струмова чутливість S_{ω}^{\max} контактів Ni-GaP усереднені по декількох зразках для фотодіодів 1 і 2 типу.

Зазначимо також, що V_{OC} для всіх діодів виміряна при однаковому рівні освітленості та спектральному складі джерела випромінювання.

5 Як видно з наведених даних, запропонований спосіб виготовлення контактів метал-GaP приводить до значного збільшення напруги холостого ходу і струмової чутливості фотодіодів на їх основі. Крім того, використання підкладинок n-GaP без епітаксійного шару і нікелю замість золота приводить до суттєвого зменшення вартості приладу в цілому.

Джерела інформації:

1. Бланк Т.В., Гольдберг Ю.А. Полупроводниковые фотопреобразователи для ультрафиолетовой области спектра. Обзор // ФТП, 2003. - Т. 37, в. 9. - С. 1025-1055.
- 10 2. Стафеев В.И., Анисимова И.Д. Фотодиоды с барьером Шоттки на основе GaP, GaP_xAs_{1-x} и GaAs для УФ и видимого диапазонов спектра // ФТП, 1994. - Т. 28, в. 3. - С. 461-466.
3. Анисимова И.Д., Викулин И.М., Заитов Ф.А., Курмашев Ш.Д. Полупроводниковые фотоприемники: ультрафиолетовый, видимый и близкий инфракрасный диапазон спектра. - М.: Радио и связь, 1984. - 216 с.

15

ФОРМУЛА КОРИСНОЇ МОДЕЛІ

Спосіб виготовлення фотодіода на основі контакту метал-GaP, що включає механічне та хімічне полірування підкладинки, створення омичного та випрямляючого контактів, який **відрізняється** тим, що підкладинки n-GaP травлять у розплаві $KOH:NaNO_3=1:50$ при температурі 500 ± 50 °C протягом 20 ± 10 хв., далі на них термічним напиленням у вакуумі наносять напівпрозору плівку Ni, що є випрямляючим контактом.

20

Комп'ютерна верстка Г. Паяльніков

Державна служба інтелектуальної власності України, вул. Василя Липківського, 45, м. Київ, МСП, 03680, Україна

ДП "Український інститут промислової власності", вул. Глазунова, 1, м. Київ – 42, 01601