



(19) **UA** (11) **77 251** (13) **C2**
(51)МПК

МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ И НАУКИ
УКРАИНЫ

ГОСУДАРСТВЕННЫЙ ДЕПАРТАМЕНТ
ИНТЕЛЛЕКТУАЛЬНОЙ СОБСТВЕННОСТИ

(12) ОПИСАНИЕ ИЗОБРЕТЕНИЯ К ПАТЕНТУ УКРАИНЫ

(21), (22) Заявка: 20040806418, 02.08.2004

(24) Дата начала действия патента: 15.11.2006

(46) Дата публикации: 15.11.2006H01L 31/04
20060101CFI20051220ВНУА

(72) Изобретатель:

Родионов Валерий Евгеньевич, UA

(73) Патентовладелец:

Родионов Валерий Евгеньевич, UA

(54) ТОНКОПЛЕНОЧНЫЙ СОЛНЕЧНЫЙ ЭЛЕМЕНТ

(57) Реферат:

Предлагаемый тонкопленочный солнечный элемент содержит прозрачную пленочную подложку, выполненную из органического материала. На подложке сформированы металлические электродные слои, слой полупроводника $\text{In}_2\text{O}_3:\text{SnO}_2$ с проводимостью n-типа, слой полупроводника InP с проводимостью p-тип, легированного цинком, и слой цинка между слоем полупроводника InP и металлическим электродным слоем. Предлагаемый солнечный

элемент отличается улучшенными рабочими характеристиками и повышенным коэффициентом полезного действия.

Официальный бюлетень "Промышленная собственность". Книга 1 "Изобретения, полезные модели, топографии интегральных микросхем", 2006, N 11, 15.11.2006. Государственный департамент интеллектуальной собственности Министерства образования и науки Украины.



(19) **UA** ⁽¹¹⁾ **77 251** ⁽¹³⁾ **C2**
(51) Int. Cl.

MINISTRY OF EDUCATION AND SCIENCE OF
UKRAINE

STATE DEPARTMENT OF INTELLECTUAL
PROPERTY

(12) **DESCRIPTION OF PATENT OF UKRAINE FOR INVENTION**

(21), (22) Application: 20040806418, 02.08.2004

(24) Effective date for property rights: 15.11.2006

(46) Publication date: 15.11.2006H01L 31/04
20060101CFI20051220BHUA

(72) Inventor:

Rodionov Valerii Yevhenovych, UA

(73) Proprietor:

Rodionov Valerii Yevhenovych, UA

(54) **THIN-FILM SOLAR CELL**

(57) Abstract:

The proposed thin-film solar cell contains a transparent film substrate made of organic material. The substrate contains metallic electrode layers, an In_2O_3 : SnO_2 semiconductor layer with n-type conductivity, an InP semiconductor layer with p-type conductivity alloyed with zinc, and a zinc layer between the InP semiconductor layer and the metallic

electrode layer. The proposed solar element is distinctive by its improved performance and increased efficiency.

Official bulletin "Industrial property". Book 1 "Inventions, utility models, topographies of integrated circuits", 2006, N 11, 15.11.2006. State Department of Intellectual Property of the Ministry of Education and Science of Ukraine.



(19) **UA** (11) **77 251** (13) **C2**
(51)МПК

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ

ДЕРЖАВНИЙ ДЕПАРТАМЕНТ
ІНТЕЛЕКТУАЛЬНОЇ ВЛАСНОСТІ

(12) ОПИС ВІНАХОДУ ДО ПАТЕНТУ УКРАЇНИ

(21), (22) Дані стосовно заявки:
20040806418, 02.08.2004

(24) Дата набуття чинності: 15.11.2006

(46) Публікація відомостей про видачу патенту
(деклараційного патенту): 15.11.2006H01L 31/04
20060101CFI20051220VNUA

(72) Винахідник(и):
Родіонов Валерій Євгенович, UA

(73) Власник(и):
Родіонов Валерій Євгенович, UA

(54) ТОНКОПЛІВКОВИЙ СОНЯЧНИЙ ЕЛЕМЕНТ

(57) Реферат:

Винахід належить до пристроїв перетворення світлової енергії в електричну, зокрема до тонкоплівкових сонячних фотоелектричних елементів. Тонкоплівковий сонячний елемент містить прозору органічну плівкову підкладку на якій послідовно сформовані тонкі металеві шини

вздовж всієї довжини плівки, шар $\text{In}_2\text{O}_3:\text{SnO}_2$ п-типу провідності, шар InPr -типу провідності легований Zn , між яким та другим металічним електродним шаром розташований шар Zn . Винахід забезпечує покращення вихідних параметрів та підвищує коефіцієнт корисної дії сонячного елемента

UA
77251
C2

UA
77251
C2

Опис винаходу

Даний винахід відноситься до пристроїв перетворення світлової енергії в електричну, а саме, до тонкоплівкових сонячних фотоелектричних елементів.

Тонкоплівковий фотоелектричний елемент у загальному вигляді являє собою систему з двох напівпровідникових плівок n- та р-типу провідності, що мають між собою електричний контакт по всій площині плівок, та дві системи електричних контактів (електродів) до n- та р-типу плівок відповідно. Така структура формується на ізолюючій підкладці. У якості підкладки може бути використаним прозорий або непрозорий для видимого випромінювання матеріал. Як правило, один з електродів виконується з прозорого матеріалу структури, що поглинає.

Для підвищення ефективності роботи фотоелектричного перетворювача між плівками n- та р-типу вводять розділовий і-шар, який виконується з напівпровідника власної провідності. При цьому одержують так звану р-і-n структуру. Крім того, на прозорому провідному електроді для підвищення його провідності утворюється растр електродів у вигляді металічної сітки.

В теперішній час широко відома велика кількість плівкових елементів з р-і-n структурою на основі різноманітних напівпровідникових матеріалів. Так наприклад, у [патенті Японії №3-63229] описана типова р-і-n структура на основі Si та SiC. Більш удосконаленим пристроєм є структура, що запропонована у [патенті

на винахід EP, №0536738]. Структура сонячного елемента, що приведена у даному патенті, наступна: на підкладку нанесені послідовно металічний електрод далі – шар р- α -Si, шар і- α -Si, шар n- α -Si:H та прозорий провідний шар In_2O_3 SnO_2 , на який нанесена прозора провідна сітка електродів. Структура

герметизується епоксидним полімером.

Сонячні елементи, які створені на основі р-і-n структур з аморфним кремнієм, мають гарні показники вихідних параметрів. Так значення к.к.д. лежать у межах 10-12%. В той же час створення сонячних елементів на основі багатошарових структур надзвичайно складне технічно і технологічно: чим більша кількість шарів тим більша вірогідність розкиду вихідних параметрів структури та, відповідно, вищий відсоток браку. Тим більше, що аналогічні значення параметрів коефіцієнту корисної дії можна одержати, використовуючи технічно більш прості структури.

Найбільш близьким за технічним рішенням до того, що пропонується, є [патент Японії №2-32285], в якому на прозору скляну підкладку наносять прозорий провідний електрод In_2O_3 SnO_2 (який одночасно

виконує роль n-шару) та шар аморфного кремнію р-типу (Фіг.1). Між цими двома шарами утворюється р-n перехід. На шар аморфного кремнію наносять другий електрод. Технічне рішення такої структури достатньо просте, але за умови одержання шарів вакуумним магнетронним напиленням к.к.д. стає стабільним, хоча й невисоким (6-8)%.

В основу винаходу поставлено завдання створення тонкоплівкового сонячного елемента, в якому завдяки використанню сучасних технологій та якісному підбору матеріалів, що використовуються в структурах, забезпечується покращення вихідних параметрів сонячного елемента, підвищення к.к.д., зниження енергетичних витрат і за рахунок цього підвищення надійності та довговічності пристрою.

Поставлене завдання вирішується тим, що тонкоплівковий сонячний елемент, який містить прозору діелектричну підкладку з послідовно нанесеними на неї: прозорим провідним шаром In_2O_3 SnO_2

n-типу провідності, шаром напівпровідника р-типу провідності, металічного електродного шару, згідно до винаходу в якості діелектричної підкладки обрана прозора органічна плівка, на яку послідовно нанесені: тонкі металічні шини вздовж всієї довжини плівки, шар In_2O_3 SnO_2 n-типу провідності, шар $IMP(Zn)$

р-типу провідності, між яким та наступним другим (металічним) електродним шаром розташовують шар Zn .

В якості другого електроду можуть бути обрані метали Mo Co Cu Ag та інші.

Конструктивне рішення структури сонячного елемента, що пропонується, зображено на Фіг.2.

Порівняємо технічне рішення, що пропонується, з прототипом, де прозорий

електрод (In_2O_3 SnO_2) наноситься прямо на підкладку і при цьому має достатньо високий опір

150-500ом/кв. При великих розмірах структури це приводить до значних додаткових втрат електричної енергії.

Винахід, що пропонується усуває недоліки, які має вищеписаний прототип. Тонкі металічні смуги (Фіг.2) - канали провідності, котрі нанесені вздовж прозорої органічної плівки, та які мають електричний і механічний контакти з прозорим провідним електродом, дозволяють вирішити завдання усунення суттєвої втрати енергії під час роботи сонячного елемента.

Другою суттєвою перевагою конструкції сонячного елемента, що пропонується, є вибір напівпровідникового

матеріалу р-типу провідності, а саме InP , легованого Zn . В структурі, що пропонується, у зв'язку з тим, що

$\text{InP}(\text{Zn})$ має достатньо широку заборонену зону утворюється р-п перехід з більш крутим бар'єром,

відповідно при цьому відбувається кращий розподіл носіїв, що покращує вихідні параметри роботи сонячного елемента. Крім того, фосфід індію, легований цинком, що застосовується під час реалізації структури, яка заявляється, є напівпровідниковим матеріалом більш стійким до впливу високих рівнів γ -радіації та температур, ніж, наприклад, аморфний кремній, що використовується в прототипі. Таким чином, в р-п переході, який пропонується, відсутнє взаємолегування при високих рівнях освітленості та підвищеної температури, що покращує значення вихідних параметрів при роботі сонячного елемента (часова стабільність, строк дії, надійність та довговічність).

Введення підшару цинка між шаром напівпровідника $\text{InP}(\text{Zn})$ та другим металічним електродом

покращує адгезію, створює гарний омичний контакт з електродом та виключає автолегування шару напівпровідника сторонніми матеріалами, що призводить до підвищення стабільності електричних параметрів сонячного елемента, а це, в свою чергу, стабілізує к.к.д. сонячного елемента в процесі його роботи.

Структура тонкоплівкового елемента, що пропонується, може бути одержана наступним чином.

Вздовж довжини органічної плівки (поліпропілен, поліетілентерефталат, полістирол, поліамід та ін.) наносять металічні смуги товщиною (20-100)мкм, на відстані одна від одної (5-20)мм, шириною (0,3-3,0)мм та товщиною (0,2-1,0)мкм. Матеріалом для смуг можуть бути обрані Ni , Cr , P , Ag , Al . Далі методом реактивного ВЧ-катодного (або магнетронного) розпилення мішені In-Sn , де $\text{Sn}(7-15)\text{мас.}\%$, в

атмосфері аргон-кисневої суміші наносять прозорий провідний шар $\text{In}_2\text{O}_3\text{SnO}_2$, який одночасно є напівпровідником n-типу для структури р-п переходу. Товщина прозорого провідного шару (0,05-0,50)мкм, опір (5-500)Ом/кв. Далі ВЧ-магнетронним напиленням осаджують шар InP товщиною (0,2-2)мкм, легований Zn

з концентрацією $(10^{16}-10^{19})\text{см}^{-3}$. Далі на шар $\text{InP}(\text{Zn})$ наносять шар Zn товщиною (0,05-0,10)мкм з послідовним нанесенням шару металічного електроду товщиною (0,2-1,0)мкм.

Конкретний приклад реалізації.

Технічні характеристики тонко плівкового сонячного елемента.

Товщина прозорої поліамідної плівки - 50мкм.

Товщина шару $\text{InP}_2\text{O}_3\text{:SnO}_2$ - 0,1мкм.

Прозорість разом з підкладкою 85% у діапазоні (400-1500)нм та провідність (100-150)Ом/кв.

Товщина шару $\text{InP}(\text{Zn})$ - 0,7мкм.

Товщина шару (Zn) - 0,1мкм.

Товщина шару металічного електроду (Au) - 0,2мкм.

При цьому вихідні параметри мали значення:

при легуванні шару InP цинком, коли його концентрація складала $n-(1-3)\times 10^{17}\text{см}^{-3}$,

$I_{\text{к.з.}}=23\text{мА/см}^2$,

$I_{\text{х.х.}}=0,77\text{мВ}$,

к.к.д.=13%;

при легуванні шару InP цинком, коли його концентрація складала $n=3\times 10^{16}\text{см}^{-3}$,

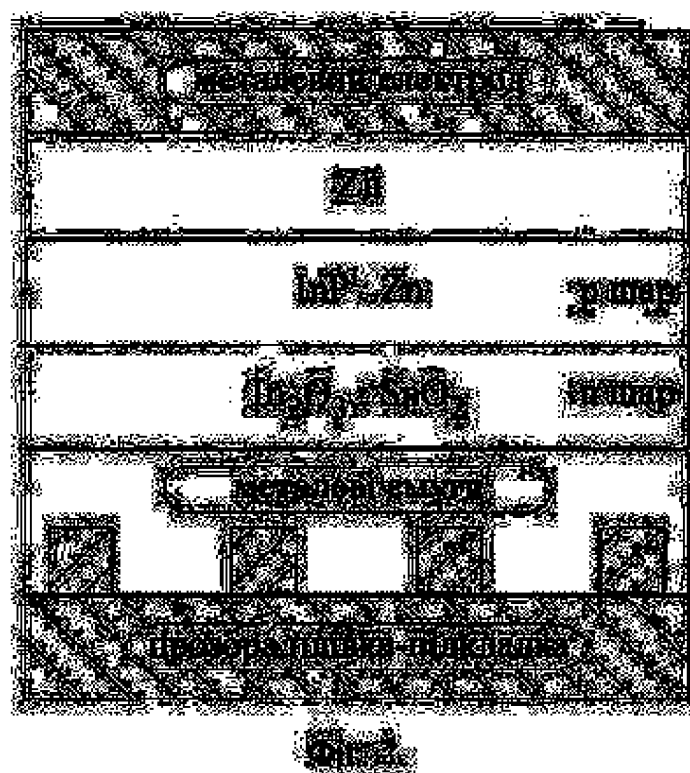
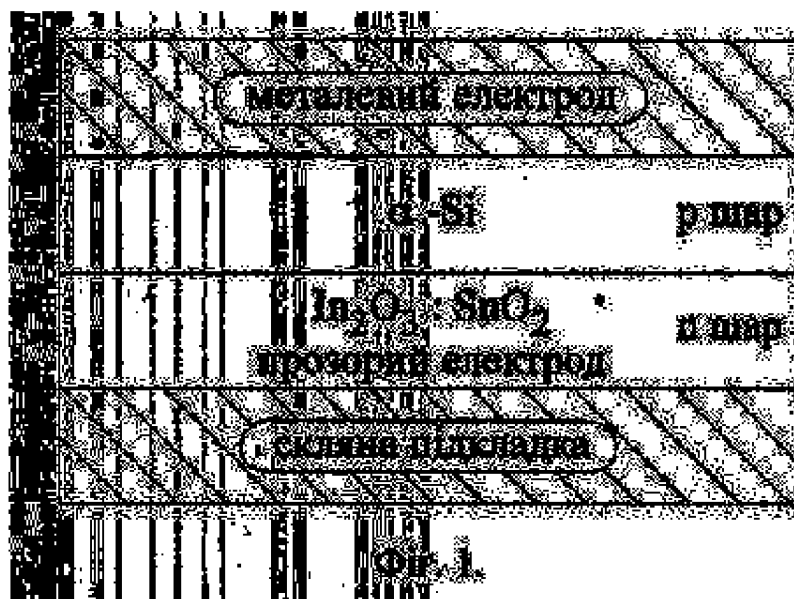
$I_{\text{к.з.}}=27\text{мА/см}^2$,

$I_{\text{х.х.}}=0,74\text{мВ}$,

к.к.д.=15%;

Формула винаходу

Тонкоплівковий сонячний елемент, який містить прозору діелектричну підкладку з нанесеними на неї прозорим провідним шаром $\text{In}_2\text{O}_3\text{:SnO}_2$ n-типу провідності, шаром напівпровідника р-типу провідності, металевим електродним шаром, який відрізняється тим, що за діелектричну підкладку вибрана прозора органічна плівка, на яку послідовно нанесені тонкі металеві шини вздовж всієї довжини плівки, шар $\text{In}_2\text{O}_3\text{:SnO}_2$ n-типу провідності, напівпровідниковий шар InP р-типу провідності, легований Zn , між яким та металевим електродним шаром розташований шар Zn .



Офіційний бюлетень "Промислова власність". Книга 1 "Винаходи, корисні моделі, топографії інтегральних мікросхем", 2006, N 11, 15.11.2006. Державний департамент інтелектуальної власності Міністерства освіти і науки України.