



УКРАЇНА

(19) **UA** (11) **142765** (13) **U**
(51) МПК
H01L 31/18 (2006.01)

МІНІСТЕРСТВО РОЗВИТКУ
ЕКОНОМІКИ, ТОРГІВЛІ ТА
СІЛЬСЬКОГО ГОСПОДАРСТВА
УКРАЇНИ

(12) ОПИС ДО ПАТЕНТУ НА КОРИСНУ МОДЕЛЬ

<p>(21) Номер заявки: u 2020 00185</p> <p>(22) Дата подання заявки: 11.01.2020</p> <p>(24) Дата, з якої є чинними права на корисну модель: 25.06.2020</p> <p>(46) Публікація відомостей про видачу патенту: 25.06.2020, Бюл.№ 12</p>	<p>(72) Винахідник(и): Кравченко Юрій Степанович (UA), Проворов Єгор Сергійович (UA)</p> <p>(73) Власник(и): ВІННИЦЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ ТЕХНІЧНИЙ УНІВЕРСИТЕТ, Хмельницьке шосе, 95, м. Вінниця, 21021 (UA)</p>
--	--

(54) СОНЯЧНИЙ ЕЛЕМЕНТ

(57) Реферат:

Сонячний елемент включає пластину монокристалічного кремнію, на тильну поверхню якої нанесено тонкий шар р-типу, а на фронтальну поверхню нанесено тонкий шар n-типу. Тонкий шар р-типу являє собою тонку плівку NiO р-типу, під якою розташовано алюмінієвий контакт, а на фронтальну поверхню, яка утворена шляхом нанесення тонкого шару TiO₂ n-типу шириною до 30 нм, під яким сформовані тонкі прозорі плівки SiO₂ та Al₂O₃ шириною до 30 нм, над якими розташовано фронтальний контакт, який складається з провідних оксидів AZO (ZnO:Al), в якому фронтальна поверхня пластини монокристалічного кремнію наноструктурована під дією реактивного іонного травлення і отримано чорний кремній (b-Si), який являє собою голчасті структури висотою до 600 нм.

UA 142765 U

Корисна модель належить до пристроїв перетворення світлової енергії в електричну, а саме до сонячних фотоелектричних елементів.

Відомий тонкоплівковий сонячний елемент [патент України № 111 АЗ, м.к.л. H01L 31/04], який містить прозору діелектричну підкладку з послідовно розташованими на ній шаром прозорого провідного електрода, шаром напівпровідникового матеріалу р⁺-типу провідності, шаром напівпровідникового матеріалу р-типу провідності, шаром власного напівпровідника, шаром напівпровідникового матеріалу n-типу провідності, металічного електродного шару, в якому за діелектричну підкладку вибрана прозора органічна плівка, на яку вздовж всієї довжини нанесені металічні шини, як напівпровідниковий шар р-типу провідності використовують а-SiC - р-типу, як напівпровідниковий шар n-типу провідності використовують а-SiC-n-типу, між яким і металічним електродним шаром розташовують шар а-Si n⁺-провідності.

Недоліком аналога є його недостатня ефективність.

Найбільш близьким аналогом до даної корисної моделі можна вважати сонячний елемент (патент України № 66569, м.к.л. H01L 31/18), що включає пластину монокристалічного кремнію, на тильну поверхню якої нанесений р⁺-шар легований бором, на фронтальну поверхню n⁺-шар легований фосфором, поверх якого створене антивідбиваюче покриття і сформована контактна сітка, в якому антивідбиваюче покриття утворено шляхом травлення напівпровідникового матеріалу і має структуру модифікованого поруватого кремнію на фронтальній стороні товщиною до 1 мкм, на тильній - до 5 мкм, на яких розташовано електропровідні контакти у формі наноструктурованої сітки з міді на тильній стороні з розмірами до 600 нм, з алюмінію на фронтальній стороні з розмірами до 800 нм і в області між контактами модифікований поруватий кремній покритий пасивуючим матеріалом.

Основним недоліком найближчого аналога також є його недостатня ефективність.

В основу корисної моделі поставлено задачу створення пристрою, в якому за рахунок введення нових елементів і їх послідовності досягається можливість створення сонячних елементів із значно вищою за аналоги ефективністю перетворення енергії сонячного випромінювання на електричну за рахунок, насамперед зменшення коефіцієнта відбиття випромінювання його фронтальною поверхнею.

Поставлена задача вирішується тим, що сонячний елемент, який включає пластину монокристалічного кремнію, на тильну поверхню якої нанесено тонкий шар р-типу, а на фронтальну поверхню нанесено тонкий шар n-типу, причому тонкий шар р-типу являє собою тонку плівку NiO р-типу, під якою розташовано алюмінієвий контакт, а на фронтальну поверхню, яка утворена шляхом нанесення тонкого шару TiO₂ n-типу шириною до 30 нм, під яким сформовані тонкі прозорі плівки SiO₂ та Al₂O₃ шириною до 30 нм, над якими розташовано фронтальний контакт, який складається з провідних оксидів AZO(ZnO:AL), в якому фронтальна поверхня пластини монокристалічного кремнію була наноструктурована під дією реактивного іонного травлення і отримано чорний кремній (b-Si), який являє собою голчасті структури висотою до 600 нм.

Структура сонячного елемента, що пропонується, наведена на кресленні.

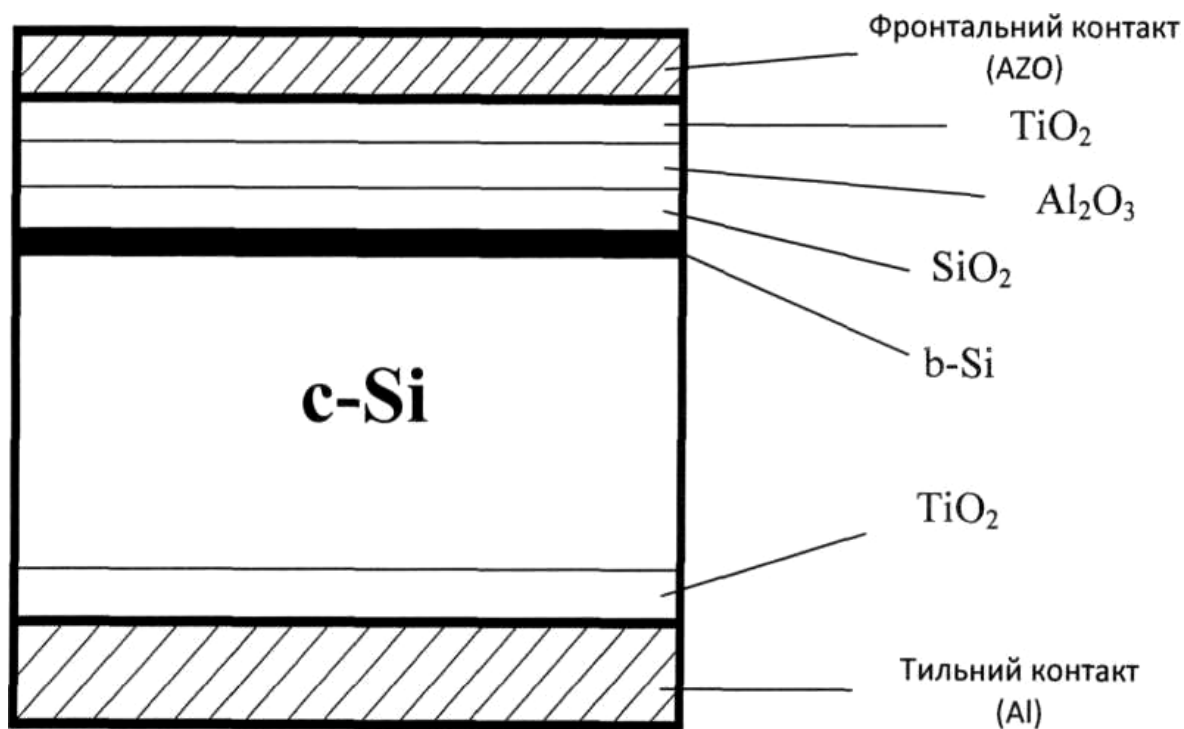
Сонячний елемент працює наступним чином. Сонячне світло попадає на фронтальну сторону елемента і фотони проходять через тонкі прозорі плівки (TiO₂, Al₂O₃, SiO₂) і попадають на нанотекстуровану кремнієву структуру (чорний кремній (b-Si)), де вивільняються електрони, які переходять до фронтального контакту. Основний фотопоглинач в наведеній структурі - легований кремній р-типу (ширина забороненої зони 1,12 eV) з тонким шаром TiO₂ n-типу (ширина забороненої зони 3,2 eV) зверху. Ця структура утворює електронно-дірковий гетероперехід, який ефективно розділяє фотогенеровані пари дірок та електронів, оскільки зони провідності TiO₂ і кремнію вирівняні, що полегшує перехід електронів, в той час як енергетичний бар'єр валентної зони (ширина 2 eV) запобігає перенесенню дірок. Дірки переходять до тильного контакту, де утворено електронний блокуючий шар (Si-NiO).

Завдяки наноструктурі чорного кремнію (b-Si) фотони захоплюються під будь-якими кутами, а його відбивна здатність становить менше 1 %, що підвищує ефективність перетворення енергії сонячного елемента.

ФОРМУЛА КОРИСНОЇ МОДЕЛІ

Сонячний елемент, що включає пластину монокристалічного кремнію, на тильну поверхню якої нанесено тонкий шар р-типу, а на фронтальну поверхню нанесено тонкий шар n-типу, який **відрізняється** тим, що тонкий шар р-типу являє собою тонку плівку NiO р-типу, під якою розташовано алюмінієвий контакт, а на фронтальну поверхню, яка утворена шляхом нанесення тонкого шару TiO₂ n-типу шириною до 30 нм, під яким сформовані тонкі прозорі плівки SiO₂ та

Al_2O_3 шириною до 30 нм, над якими розташовано фронтальний контакт, який складається з провідних оксидів AZO ($\text{ZnO}:\text{Al}$), в якому фронтальна поверхня пластини монокристалічного кремнію наноструктурована під дією реактивного іонного травлення і отримано чорний кремній (b-Si), який являє собою голчасті структури висотою до 600 нм.



Комп'ютерна верстка А. Крижанівський

Міністерство розвитку економіки, торгівлі та сільського господарства України,
вул. М. Грушевського, 12/2, м. Київ, 01008, Україна

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