

Корисна модель відноситься до геліоенергетики та електронної техніки і ініційована необхідністю розробки універсального приладу для експресного та економічного дослідження параметрів базових напівпровідникових матеріалів та сонячних елементів (СЕ) на їх основі.

Раніше з цією метою були створені освітлювачі на основі вольфрамових ламп розжарювання [1] та імпульсних ксенонових ламп [2], але їхні недоліки, такі як невідповідність спектра сонячному, великі інерційність, енергоспоживання та мала тривалість спалаху не дозволили створити дійсно універсальний прилад. Зараз це стало можливим завдяки використанню напівпровідникових світлодіодів, які за рахунок малих інерційності та енергоспоживання дозволяють проводити експресні та економічні дослідження, а при використанні сукупності світлодіодів різного кольору випромінювання з достатньою мірою наближення імітуються стандартні наземні й заатмосферний сонячні спектри. Аналогами розробленого приладу можна вважати світлодіодний освітлювач, що працює у імпульсному режимі та виготовлений на основі світлодіодів, які випромінюють у трьох спектральних смугах діапазону 470-1000нм [3], плоский освітлювач, у якому використані світлодіоди, що випромінюють у чотирьох спектральних смугах діапазону 450-1000нм [4], а також виготовлений на основі світлодіодів прилад [5] для визначення параметрів неосновних носіїв заряду у напівпровідникових матеріалах за методиками подібними до описаних у [6-8].

За прототип універсального світлодіодного освітлювача (СО) було обрано прилад [9], у якому світлодіоди розташовані по поверхні сегмента сфери, що на відміну від плоских освітлювачів [3, 4] дозволяє у ширших межах регулювати потужність випромінювання на досліджуваному зразку.

Також до складу прототипу входять блок роздільного автоматичного керування потужністю випромінювання світлодіодів кожного кольору та стабілізоване джерело постійного струму. При дослідженні СЕ прототип може працювати у режимі як безперервного, так й імпульсного випромінювання. Недоліком прототипу є використання світлодіодів, котрі працюють у діапазоні лише 620-845нм [9], що не дозволяє з достатньою мірою наближення відтворювати стандартні наземні і заатмосферний сонячні спектри. Іншим недоліком прототипу є неможливість генерації імпульсів монохроматичного випромінювання прямокутної форми із заданими тривалістю та шпаруватістю. Цей недолік не дозволяє використовувати прототип для дослідження параметрів неосновних носіїв заряду (ННЗ) у базових напівпровідникових матеріалах та СЕ на їх основі за методиками описаними у [6-8].

Метою корисної моделі є проведення експресного та економічного дослідження параметрів базових напівпровідникових матеріалів та СЕ на їх основі за допомогою єдиного пристрою та підвищення за рахунок цього ефективності процесу розробки приладів геліоенергетики та електронної техніки.

Суть корисної моделі: Світлодіодний освітлювач, що має у своєму складі випромінюючий елемент у формі сегмента сфери, на поверхні якого розміщені напівпровідникові світловипромінюючі діоди сімох кольорів приналежних до діапазону довжин хвиль 380-960нм, блок роздільного автоматичного керування потужністю випромінювання світлодіодів кожного з сімох кольорів та стабілізоване джерело постійного струму, світлодіоди у кількості 250-300 одиниць, розміщені у випромінюючому елементі по спіралі Архімеда, котра складена з послідовно зістикованих ланцюжків світлодіодів кожного з сімох кольорів, а також містить блок автоматичного роздільного регулювання тривалості та шпаруватості прямокутних імпульсів монохроматичного випромінювання.

Блок схема СО, наведена на Фіг.1. Згідно до Фіг.1 прилад складається з наступних основних блоків. Стабілізоване джерело постійного струму - блок №1, котрий забезпечує задану величину струму на вході блоку автоматичного роздільного регулювання тривалості та шпаруватості прямокутних імпульсів струму - блоку №2, який перетворює постійний струм від блоку №1 на імпульси струму прямокутної форми, забезпечуючи при цьому можливість автоматичного роздільного регулювання тривалості та шпаруватості таких імпульсів у заданих межах. Блок роздільного автоматичного регулювання потужності випромінювання - блок №3, котрий розподіляє імпульсний сигнал від блоку №2 на 7 паралельних каналів, за кількістю використаних типів світлодіодів, забезпечуючи можливість роздільного автоматичного регулювання потужності випромінювання світлодіодів кожної спектральної смуги. Випромінюючий елемент - блок №4, котрий має вигляд сегмента сфери у якому по схемі спіралі Архімеда розміщені світлодіоди сімох типів у кількості 250-300 одиниць у вигляді послідовно зістикованих ланцюжків світлодіодів кожного з сімох кольорів. Характеристики використаних при виготовленні СО світлодіодів наведено в таблиці 1.

Під час роботи приладу вищеописані конструктивні блоки СО взаємодіють між собою наступним чином. Після подачі живлення від стандартної електромережі блок №1 забезпечує на вході блоку №2 необхідну величину стабілізованого струму, при цьому блок №2 може працювати в режимі дослідження параметрів СЕ, або в режимі визначення параметрів ННЗ у базових напівпровідникових матеріалах та СЕ на їх основі.

При дослідженні параметрів СЕ блок №2 постачає на вхід блоку №3 постійний струм або прямокутні імпульси струму тривалістю від 10мкс до 100мс (для усунення впливу перехідних процесів у СЕ на результат досліджень). При цьому блок №3, розподіляючи вхідний сигнал від блоку №2 на 7 паралельних каналів, забезпечує живленням світлодіоди, які розташовані у блоку №4. Можливість роздільного автоматичного регулювання сили струму у кожному з семи вихідних каналів блоку №3 дозволяє за допомогою блоку №4 з достатньою мірою наближення імітувати стандартні наземні й заатмосферний сонячні спектри.

Фотографія випромінюючого елементу СО під час його роботи у стаціонарному режимі наведена на Фіг.2. Із Фіг.3, на якій представлені спектральні розподіли інтенсивності випромінювання аналогу [4] (Фіг.3а) та розробленого СО (Фіг.3б), видно, що реалізована конструкція дозволяє гнучко регулювати спектральний склад та потужність випромінювання СО при дослідженні СЕ та напівпровідникових матеріалів. Параметри еталонного СЕ: напруга холостого ходу U_{xx} та фактор заповнення FF світлової навантажувальної вольт-амперної характеристики (СН ВАХ), котрі подібно [2] визначені при 25°C в режимі опромінення, який відповідає заатмосферному сонячному спектру та потужності 1360Вт/м² з використанням СО (у квазістаціонарному режимі) та ксенонової лампи спалаху, наведено в таблиці 2, з якої видно, що за допомогою двох різних освітлювачів отримані практично ідентичні результати.

Використання СО забезпечує також проведення більш експресних та економічних досліджень, оскільки при роботі СО у квазістаціонарному режимі за один спалах тривалістю до 100мс автоматично вимірюється уся СН ВАХ сонячного елементу, тоді як при використанні лампи-спалаху за один імпульс тривалістю не більше 5мс вимірюється лише одна точка СН ВАХ і з урахуванням часу підготовки лампи до наступного спалаху на вимірювання всієї СН ВАХ витрачається до 1,5 годин. Окрім цього використання СО дозволяє досліджувати СЕ з більшим ступенем наближення не тільки до заатмосферного але й до наземних сонячних спектрів.

При дослідженні параметрів нерівноважних ННЗ у базових кристалах СЕ подібно до [8] використовувалася методика загасання напруги холостого ходу при роботі СО в режимі випромінювання прямокутних імпульсів монохроматичного світла. При роботі у такому режимі блок №2 постачає на вхід блоку №3 прямокутні імпульси струму із регулюємими у діапазоні 10-500мкс тривалістю та шпаруватістю. При цьому блок №3 подає імпульсний сигнал лише на один із семи паралельних каналів, забезпечуючи таким чином можливість випромінювання блоком №4 прямокутних імпульсів монохроматичного світла регульованої потужності.

Отримані результати, згідно до яких час життя ННЗ зростає з 5мкс до 40мкс при потоншенні базових кристалів СЕ з 410мкм до 280мкм, відповідають наведеному у [7] даним про зростання часу життя нерівноважних ННЗ у міру звільнення об'єму базових кристалів від дефектів кристалічної структури вихідних кремнієвих пластин. Такого ефекту, як свідчать отримані результати можна досягти зокрема потоншенням базових кристалів СЕ до 250мкм і менше методом глибокого хімічного травлення.

Джерела інформації:

1. Раушенбах Г. Справочник по проектированию солнечных батарей. - М.: Энергоатомиздат, 1983. - 360с.
2. Keogh W., Cuevas A. et al. Simple flashlamp I-V testing of solar cells // Proceedings. 26th Photovoltaic Solar Energy Conference, Anaheim, CA. - 1997. - P.199-202.
3. Grischke R., Schmidt J., Albert H., et al. Led flasher (LFA) for an improved quality control in solar cell production lines // Proceedings of the 19th European Photovoltaic Solar Energy Conference, Paris, France, 7-11 June 2004. - P.2591-2594.
4. Kohraku S., Kurokawa K. A fundamental experiment for discrete-wavelength LED solar simulator // Solar Energy Materials and Solar Cells. - 2006. -Vol.90.-I. 18-19, P. 3364-3370
5. Patent U.S. 6,069,017.
6. Павлов Л.П. Методы измерения параметров полупроводниковых материалов. - М.: Высшая школа, 1987. - 320с.
7. Фаренбрух А., Бьюб Р. Солнечные элементы: Теория и эксперимент. - М.: Энергоатомиздат, 1987. - 350с.
8. Mahan J., Ekstedt T., Frank R., Kaplow R. Measurement of minority carrier lifetime in solar cells from photo-induced open-circuit voltage decay // IEEE Trans. Electron Dev. - 1979. - Vol. ED-26. - No.5. - P.1357-1364.
9. Balenzategui J.L., Marti A. Design of hemispherical cavities for LED based illumination devices // Applied Physics B - Lasers and Optics. - 2006. - B. 82. - P.75-80.

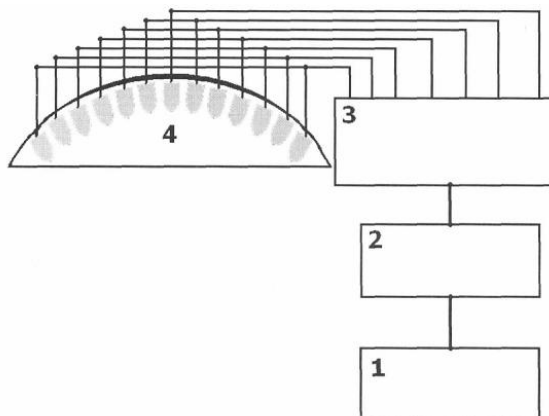
Таблиця 1 - Характеристики світлодіодів, використаних при виготовленні СО

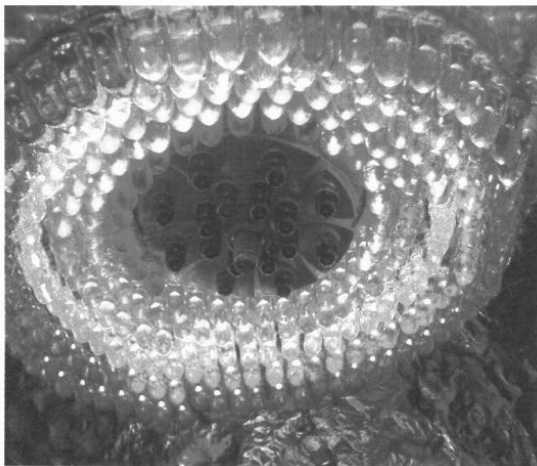
Маркування	λ_{max} , нм	Сила світла, кд
L-7113UVC	400 *	0,2
L-7113PBC-E	470 *	10
FYL-5013PGC	530 *	10
L-7113SET	615 *	8
L-7113SEC-H	630 *	10
TSHF-5200	875 *	6
TSAL-5100	940 *	6

Примітка: λ_{max} – довжина хвилі, якій відповідає максимум інтенсивності випромінювання.

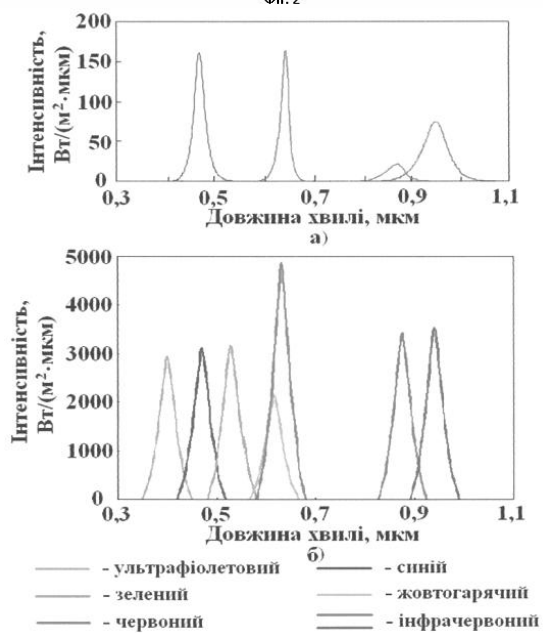
Таблиця 2 – Параметри еталонного СЕ, отримані при використанні СО та ксенонової лампи – спалаху

Тип освітлювача	СО	Лампа-спалах
FF, відн. од.	0,787	0,799
U_{xx} , мВ	619	621





Фіг. 2



Фіг. 3