



УКРАЇНА

(19) **UA** (11) **94622** (13) **U**
(51) МПК

G01R 31/26 (2014.01)

H01L 21/66 (2006.01)

ДЕРЖАВНА СЛУЖБА
ІНТЕЛЕКТУАЛЬНОЇ
ВЛАСНОСТІ
УКРАЇНИ

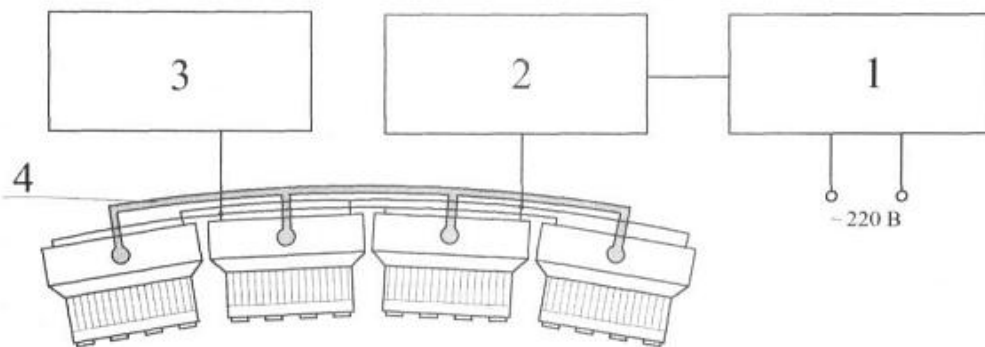
(12) ОПИС ДО ПАТЕНТУ НА КОРИСНУ МОДЕЛЬ

(21) Номер заявки: u 2014 05147	(72) Винахідник(и): Кіріченко Михайло Валерійович (UA), Зайцев Роман Валентинович (UA), Копач Володимир Романович (UA), Хрипунов Геннадій Семенович (UA), Лук'янов Євген Олександрович (UA)
(22) Дата подання заявки: 15.05.2014	(73) Власник(и): НАЦІОНАЛЬНИЙ ТЕХНІЧНИЙ УНІВЕРСИТЕТ "ХАРКІВСЬКИЙ ПОЛІТЕХНІЧНИЙ ІНСТИТУТ", вул. Фрунзе, 21, м. Харків, 61002 (UA)
(24) Дата, з якої є чинними права на корисну модель: 25.11.2014	
(46) Публікація відомостей про видачу патенту: 25.11.2014, Бюл.№ 22	

(54) СВІТЛОДІОДНО-ГАЛОГЕНОВИЙ ОСВІТЛЮВАЧ

(57) Реферат:

Світлодіодно-галогеновий освітлювач має у своєму складі випромінюючий елемент у формі сегмента сфери, на внутрішній поверхні якого розміщено світлодіоди різного кольору та галогенові лампи, блок роздільного автоматичного керування потужністю випромінювання світлодіодів кожного кольору та стабілізоване джерело постійного струму. Над'яскраві світлодіоди кількістю до 100 одиниць згруповано у світловипромінюючі комірки, котрі разом із галогеновими лампами симетрично розміщено по поверхні випромінюючого елемента з утворенням в плані хрестоподібної фігури. Додатково містить блок автоматичного керування системою активного охолодження світлодіодів.



Фиг. 1

UA 94622 U

Корисна модель належить 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.

На усіх етапах розробки, виготовлення та подальшого удосконалення СЕ наземного і космічного призначення постає необхідність їх атестації в умовах імітації відповідних стандартних режимів сонячного випромінювання [1]. Основними вимогами до імітаторів сонячного випромінювання є найбільш близьке наближення спектрального складу їх випромінювання до сонячного спектра, можливість реалізації експресних досліджень та енергоефективність. Раніше з цією метою були створені освітлювачі досліджуваних СЕ на основі вольфрамових ламп розжарювання та імпульсних ксенонових ламп [1, 2], але їхні головні недоліки - суттєва невідповідність спектра імітованого випромінювання сонячному, великі інерційність й енергоспоживання або недостатня тривалість спалаху - не задовольняли вимогам до них як до універсальних імітаторів. Зараз стало можливим суттєво наблизитись до бажаних властивостей і якості таких освітлювачів завдяки використанню надяскравих напівпровідникових світлодіодів різного кольору, які при малих інерційності та енергоспоживанні дозволяють проводити експресні й економічні дослідження в умовах достатнього наближення імітованого випромінювання до стандартних наземного й заатмосферного сонячних спектрів.

Аналогами розробленого приладу можна вважати світлодіодний освітлювач, що працює у імпульсному режимі та виготовлений на основі світлодіодів, які випромінюють у 18 спектральних смугах діапазону 390-940 нм [3] та плоский освітлювач, у якому використані світлодіоди, що випромінюють у чотирьох спектральних смугах діапазону 450-1000 нм [4].

За прототип світлодіодно-галогенового освітлювача (СГО) було вибрано раніше розроблений та запатентований [5] освітлювач на основі 272 світлодіодів семи кольорів, котрі випромінюють у оптичному діапазоні $380 \leq \lambda \leq 960$ нм. До недоліків прототипу можна віднести - занадто малий розмір області опромінювання (до 10 см^2) в режимах AM1,5G і AM0, відсутність можливості створювати навіть в такій області режим слабкоконцентрованого опромінювання й недостатньо активне виведення теплової енергії з зони монтажу світлодіодів. При його розробці враховувалась необхідність забезпечення реалізації режимів опромінювання AM1,5G і AM0, досягнення 3-4-кратної концентрації опромінювання такого типу на площі не менше 25 см^2 , суттєвого підвищення якості примусового відводу тепла з зони монтажу світлодіодів та від досліджуваних СЕ і їх фрагментів.

В основу корисної моделі покладена задача створення потужного енергоефективного світлодіодного джерела з керованим у діапазоні довжин хвиль $380 \leq \lambda \leq 960$ нм спектральним складом випромінювання для спеціалізованого застосування.

Задача вирішується тим, що, в основу пропонованого світлодіодно-галогенового освітлювача (СГО) покладено раніше розроблену і запатентовану конструкцію незалежної світловипромінюючої комірки (СВК) [6]. Кожна з таких СВК містить у своєму складі необхідний асортимент світлодіодів, доповнений кількома, окремо встановленими, галогеновими лампами для забезпечення спектрального складу випромінювання, задовільно наближеного як до наземного сонячного спектра (режим AM1,5G), так і до сонячного заатмосферного спектра (режим AM0). Блок-схема СГО, наведена на фіг. 1. Відповідно до фіг. 1 прилад складається з наступних основних блоків. Стабілізоване джерело постійного струму - блок № 1, котрий забезпечує задану величину струму на вході блока № 2 - блока керування режимами роботи (БКРР) випромінюючого елемента, який дозволяє у заданих межах регулювати струм живлення світлодіодів та галогенових ламп. Блок автоматичного керування системою охолодження - блок № 3, котрий забезпечує надійну стабілізацію рівноважної температури СВК на рівні не вище 60°C , котра лімітована вимогами виробника для стабільної роботи світлодіодів. Випромінюючий елемент - блок № 4, котрий складається зі світловипромінюючих комірок та галогенових ламп, розміщених на увігнутій поверхні сегмента сфери.

Суть запропонованої корисної моделі пояснюється таблицею та кресленнями: у таблиці 1 наведено перелік світлодіодів для використання у СВК та їх основні параметри; на Фіг. 1 зображено блок-схему світлодіодно-галогенового освітлювача; на Фіг. 2 наведено ескіз СВК з боку розташування світлодіодів; на Фіг. 3 зображено ескіз випромінюючого елемента СГО з боку розташування джерел світла: 1-4 - світлодіоди різної колірності і потужності; 5 - галогенові лампи; на Фіг. 4 показано оптичну лінзу типу Edol AB15-M11 (а) і кутові розподіли інтенсивності випромінювання світлодіодів СВК (б) у відсутності лінз (1) і з лінзами (2); на Фіг. 5 наведено схемотехнічне рішення БКРР в цілому (а) та схемотехнічні рішення його модулів МБКРР1 (б) і МБКРР2 (в);

на Фіг. 6 зображено виготовлений світлодіодно-галогеновий освітлювач в цілому (а) та показано вигляд його випромінюючого елемента з боку розташування джерел світла (б);

на Фіг. 7 наведено діаграму розподілу інтенсивності опромінення поверхні в межах фокальної плями СГО за її координатами при струмах у джерелах світла: 1 - 0,70 А; 2 - 0,65 А; 3 - 0,35 А; 4 - 0,35; 5 - 0,31 А;

на Фіг. 8 зображено калібрувальні графіки залежності коефіцієнта концентрації K_B імітованого сонячного випромінювання на фотоприймальній поверхні досліджуваних об'єктів від струму у випромінюючому елементі при його відстані до цих об'єктів 19 см і спектральних складах імітованого випромінювання, що відповідають режимам АМО (1) та АМ1,5G (2).

на Фіг. 9 наведено залежність температури поверхні СВК з боку розміщення світлодіодів від тривалості їх роботи при забезпеченні максимального значення $K_B=3$ по відношенню до режиму АМО.

Приклад приладу, запропонованого у корисній моделі.

Для практичної реалізації концепції запропонованого приладу були вибрані світлодіоди, найменування та основні параметри яких наведено в таблиці 1. Вибрані світлодіоди було скомпоновано на алюмінієвій радіаторній основі (позиція 5 на фіг. 2) за ескізом СВК, зображеним на фіг. 2.

Випромінюючий елемент СГО складається з 12 таких СВК, які для більш адекватного відтворення імітованих сонячних спектрів доповнено 4 галогеновими лампами з діхроїдними відбивачами типу Electrum MR11 і параметрами: 12 В, 20 Вт, колірна температура 2900 К, кут розходження випромінювання 30° . На фіг. 3 наведено ескіз випромінюючого елемента з боку розташування джерел світла.

Для забезпечення надійної стабілізації рівноважної температури СВК на рівні не вище 60°C , котра лімітована вимогами виробника для стабільної роботи світлодіодів, використано примусове тепловідведення від радіаторної основи СВК за допомогою блока охолодження типу Cooler Master DK8-9ID4B-OL-GP (позиції 6 та 7 на фіг. 2), з робочою алюмінієвою поверхнею якого тилова поверхня радіаторної основи СВК сполучається через тонкий шар кремнійорганічної теплопровідної пасти КПТ-8. Для уникнення термонапружень у радіаторній основі СВК вона виготовлена з алюмінію.

У зв'язку з необхідністю віддалення СВК від досліджуваного зразка на відстань близько 19 см (для мінімізації впливу рівноважної температури СВК на температуру зразка) і усунення при цьому суттєвих втрат енергії випромінювання світлодіодів на фотоприймальній поверхні зразка використано спеціальні лінзи типу Edol AB15-M11, що розташовуються над світлодіодами. На фіг. 4 показано зовнішній вигляд лінзи типу Edol AB15-M11 та її вплив на кутовий розподіл інтенсивності випромінювання світлодіодів 1-4.

Схемотехнічне рішення блока керування режимами роботи (БКРР) імітатора в цілому та його елементів показані на фіг. 5 (а-в).

Згідно з фіг. 5а БКРР складається з 12 однакових за схемотехнічним рішенням модулів МБКРР1, кожний з яких незалежно від інших керує електричним живленням однієї з 12 СВК, і з 4 однакових за схемотехнічним рішенням модулів МБКРР2, кожний з яких незалежно від інших керує електричним живленням однієї з 4 галогенових ламп. На фіг. 5б наведено схемотехнічне рішення МБКРР1, котрий керує режимами роботи світлодіодів 1-4. Схемотехнічне рішення МБКРР2 наведено на фіг. 5в. Система активного охолодження складається з 12 окремих блоків охолодження типу Cooler Master DK8-9ID4B-OL-GP, котрі розміщено по одному на кожній СВК. Вентилятори блоків охолодження скомпоновано у групи, до кожної з яких належить два послідовно з'єднаних вентилятори. Шість таких груп вентиляторів з'єднано між собою паралельно. При цьому напруга на кожному вентиляторі складає 11,7 В, а струм у кожному з них 0,2 А.

Загальний вигляд виготовленого зразка світлодіодно-галогенового освітлювача та вигляд випромінюючого елемента з боку джерел світла наведено на Фіг. 6.

Результати апробації

Найбільш важливим випробуванням виготовленого СГО було дослідження розподілу інтенсивності опромінення ним поверхні в межах фокальної плями. Це дослідження проводилося за допомогою еталонного СЕ на основі монокристалічного кремнію з площею квадратної фотоприймальної поверхні 1 см^2 , котрий дискретно переміщувався в межах фокальної плями з кроком, що дорівнював розміру сторони фотоприймальної поверхні еталона. В кожній відповідній ділянці фокальної плями визначалася сила струму короткого замикання еталона, за якою у подальшому розраховувалась інтенсивність опромінення. Відповідно до отриманих експериментальних даних було побудовано наведено на фіг. 7 діаграму розподілу інтенсивності опромінення поверхні в межах фокальної плями за її координатами.

Виготовлений імітатор відкалібровано за допомогою еталонних монокристалічних кремнієвих СЕ звичайної конструкції. Він забезпечує опромінювання поверхні площею не менше 25 см² в режимах, наближених до АМ 1,5G (1000 Вт/м²) і АМО (1360 Вт/м²), а також варіювання питомої потужності цього випромінювання на зазначеній площі в межах від 400 до 4000 Вт/м².

5 Калібрувальні графіки наведено на фіг. 8.

Не менш важливим експериментальним випробуванням при створенні СГО стало дослідження теплових режимів роботи СВК, що є актуальним, якщо брати до уваги досить високу чутливість світлодіодів до робочої температури, яка відповідно до умов їх експлуатації не повинна перевищувати 60 °С. Дослідження проводилося на СВК з встановленими світлодіодами при температурі навколишнього середовища 25±2 °С та полягало у вимірі температури на поверхні СВК з боку розміщення світлодіодів в залежності від тривалості роботи СВК при максимально допустимій потужності випромінювання світлодіодів. Отримана і наведена на фіг. 9 залежність зазначеної температури від часу свідчить про те, що температура СВК зростає протягом 10-12 хвилин та стабілізується на позначці 46 °С, що значно менше за критичну робочу температуру світлодіодів.

В цілому комплексні дослідження режимів роботи СГО довели виправданість вибраної конструкції цього приладу і можливість його ефективної експлуатації за призначенням протягом тривалого часу без пошкодження складових.

Таблиця

Перелік світлодіодів для використання у СВК та їх основні параметри

Марка світлодіода (позиція на фігурах 2 та 3)	Виробник	Діапазон довжин хвиль випромінювання, нм	Потужність випромінювання	Кут розходження випромінювання, град.
PF6M-15LWP-6SC (1)	ProLight Opto Tech. Corp., Taiwan	400-780	15 Вт	140
PF6M-15LVP-6SC (2)	ProLight Opto Tech. Corp., Taiwan	400-780	15 Вт	140
HIR-A08-L183 (3)	Everlight Electronics Co., LTD., Taiwan	850±20	30 мВт/ср	140
HIR-A09-L193 (4)	Everlight Electronics Co., LTD., Taiwan	940+20	30 мВт/ср	125

20

Джерела інформації:

1. Emery K. Measurement and characterization of solar cells and modules / K. Emery // in Handbook of Photovoltaic Science and Engineering, ed. by Luque A., Hegedus S. - New York, John Wiley & Sons Ltd, 2011. - P. 797-840.

25 2. Раушенбах Г. Справочник по проектированию солнечных батарей. - М.: Энергоатомиздат, 1983. - 360 с.

3. Krebs F.C. A self-calibrating led-based solar test platform / F.C. Krebs, K.O. Sylvester-Hvid, M. Jorgensen // Progress in photovoltaic: Research and applications. - 2011. - Vol. 19. - P. 97-112.

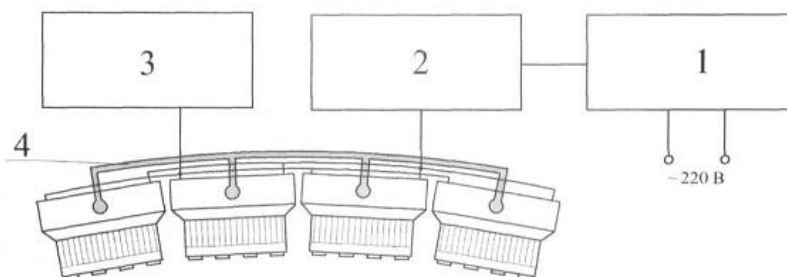
30 4. Swonke Th. Concept for a real AM 1,5 simulator based on LED-technology and survey on different types of solar simulators / Th. Swonke, U. Hoyer // Proc. 24th European Photovoltaic Solar Energy Conference. - 2009. - Germany, Hamburg. - P. 3377-3379.

5. Кіріченко М.В. Світлодіодний освітлювач / М.В. Кіріченко, Р.В. Зайцев, В.Р. Копач, Г.С. Хрипунов, Г.В. Лісачук // Патент на корисну модель № 33676. Зареєстровано в Державному реєстрі патентів України на винаходи 10.07.2008.

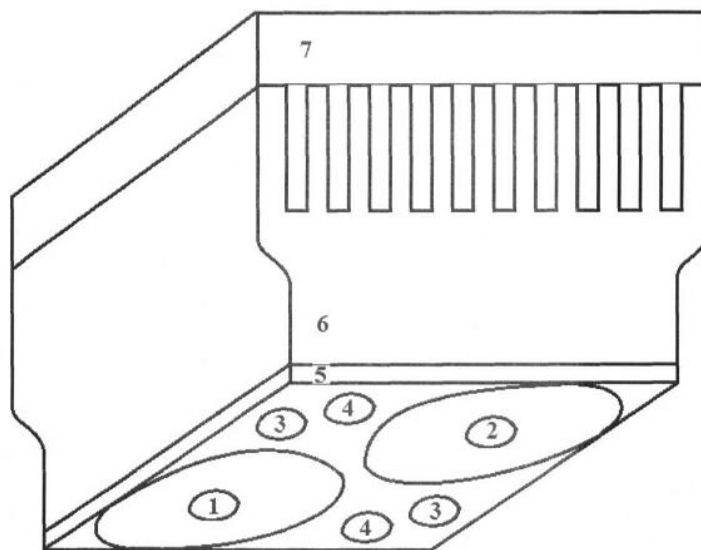
35 6. Зайцев Р.В. Світловипромінююча комірка / М.В. Кіріченко, Р.В. Зайцев, В.Р. Копач, Г.С. Хрипунов, Г.В. Лісачук // Патент на корисну модель № 77613. Зареєстровано в Державному реєстрі патентів України на винаходи 25.02.2013.

ФОРМУЛА КОРИСНОЇ МОДЕЛІ

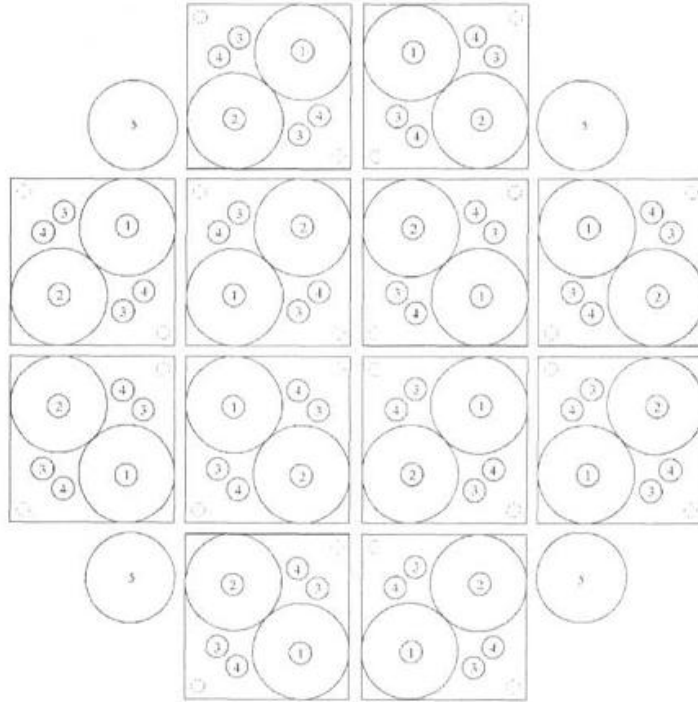
- Світлодіодно-галогеновий освітлювач, що має у своєму складі випромінюючий елемент у формі сегмента сфери, на внутрішній поверхні якого розміщено світлодіоди різного кольору та галогенові лампи, блок роздільного автоматичного керування потужністю випромінювання світлодіодів кожного кольору та стабілізоване джерело постійного струму, який **відрізняється** тим, що над'яскраві світлодіоди кількістю до 100 одиниць згруповано у світловипромінюючі комірочки, котрі разом із галогеновими лампами симетрично розміщено по поверхні випромінюючого елемента з утворенням в плані хрестоподібної фігури, а також додатково містить блок автоматичного керування системою активного охолодження світлодіодів.



Фиг. 1



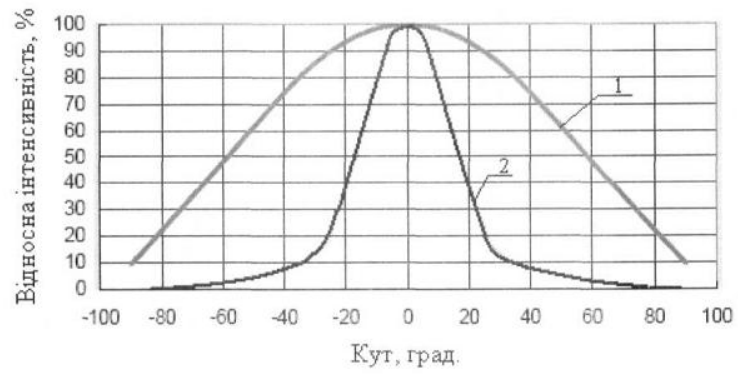
Фиг. 2



Фіг. 3

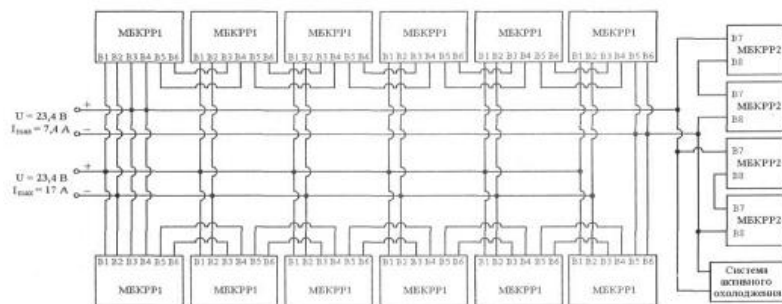


а)

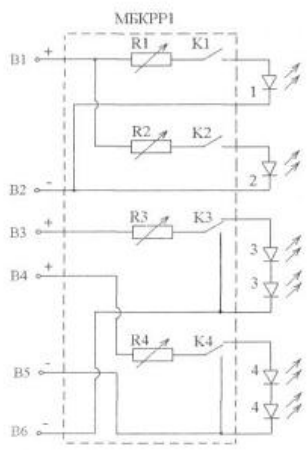


б)

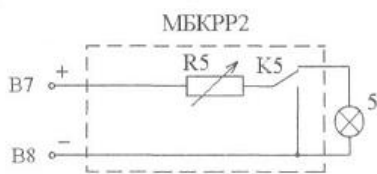
Фіг. 4



a)

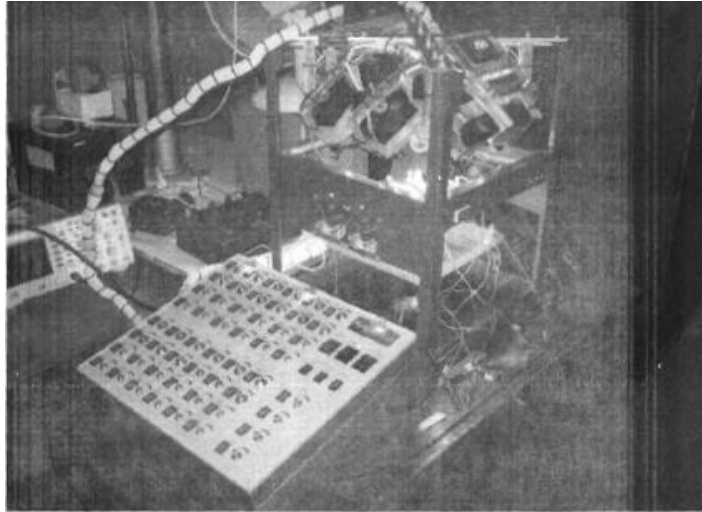


б)

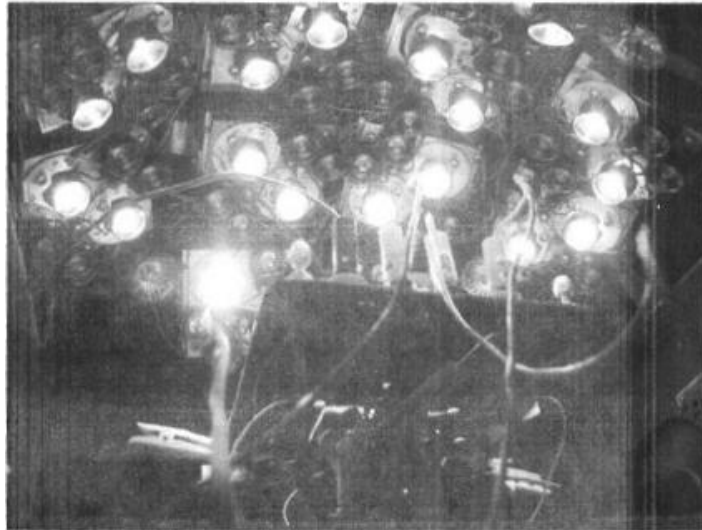


в)

Фир. 5

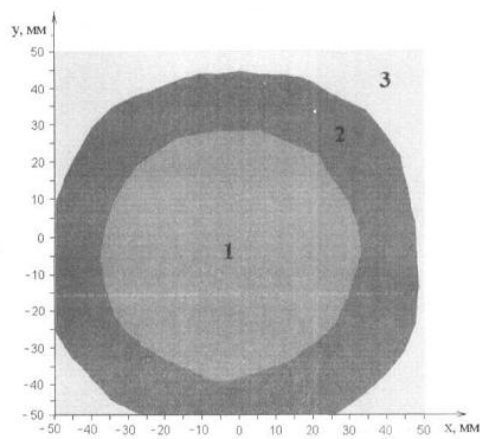


a)



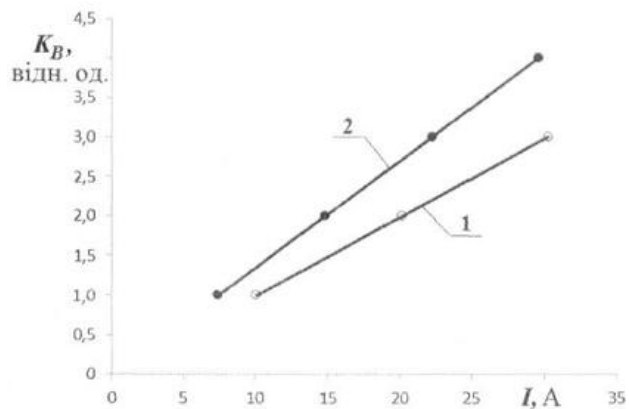
б)

Фиг. 6

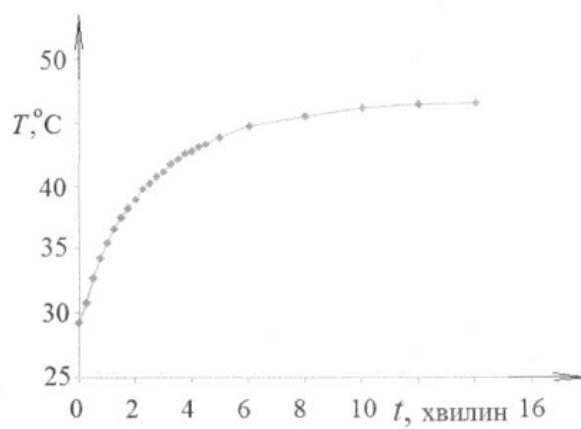


1 - 1360 - 1100 Вт/м²; 2 - 1100 - 815 Вт/м²; 3 - 815 - 545 Вт/м²

Фиг. 7



Фиг. 8



Фиг. 9

Комп'ютерна верстка В. Мацело

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

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