



УКРАЇНА

(19) UA

(11) 77613

(13) U

(51) МПК

G01R 31/26 (2006.01)

H01L 21/66 (2006.01)

ДЕРЖАВНА СЛУЖБА
ІНТЕЛЕКТУАЛЬНОЇ
ВЛАСНОСТІ
УКРАЇНИ

(12) ОПИС ДО ПАТЕНТУ НА КОРИСНУ МОДЕЛЬ

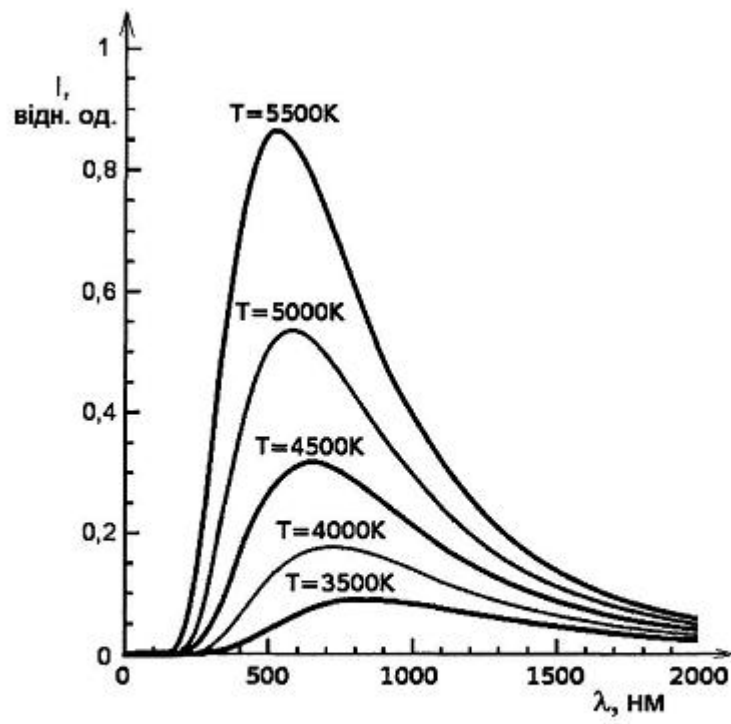
(21) Номер заявки: u 2012 08204	(72) Винахідник(и): Зайцев Роман Валентинович (UA), Копач Володимир Романович (UA), Кіріченко Михайло Валерійович (UA), Хрипунов Геннадій Семенович (UA)
(22) Дата подання заявки: 04.07.2012	
(24) Дата, з якої є чинними права на корисну модель: 25.02.2013	
(46) Публікація відомостей про видачу патенту: 25.02.2013, Бюл.№ 4	(73) Власник(и): НАЦІОНАЛЬНИЙ ТЕХНІЧНИЙ УНІВЕРСИТЕТ "ХАРКІВСЬКИЙ ПОЛІТЕХНІЧНИЙ ІНСТИТУТ", вул. Фрунзе, 21, м. Харків, 61002 (UA)

(54) СВІТЛОВИПРОМІНЮЮЧА КОМІРКА

(57) Реферат:

Світловипромінююча комірка складається зі світлодіодів з безперервним спектром випромінювання в діапазоні довжин хвиль 0,38-1,10 мкм, розміщених по концентричній окружності на рівних відстанях один від одного у порядку чергування. Матричні світлодіоди розміщено на компактній системі охолодження, інтегровану систему керування спектральним складом їх випромінювання розміщено безпосередньо у світловипромінюючій комірці.

UA 77613 U



Фіг. 1

Корисна модель належить до світловипромінюючих оптичних приладів, зокрема до приладів, що імітують спектр випромінювання, наближений до сонячного. Корисна модель безпосередньо стосується технології створення світловипромінюючих комірок для освітлення з широким діапазоном варіювання спектра випромінювання за рахунок індивідуального керування інтенсивністю випромінювання світлодіодів, що входять до складу світловипромінюючої комірки (СК).

Відомо [1], що останнім часом енергетична ситуація у світі погіршується і змушує людство скорочувати споживання електричної енергії для зменшення екологічного навантаження на довкілля. Одними із основних витрат електроенергії у промисловості та побуті є витрати на освітлення, котрі складають 10-30 % від загального обсягу енергоспоживання [2]. Тому останнім часом ведуться широкомасштабні дослідження з вдосконалення старих і розробки нових енергоефективних джерел світла.

Одним з найпоширеніших сучасних джерел випромінювання для освітлення побутових та промислових приміщень є лампи розжарювання. Однак ККД таких ламп не перевищує 5-7 % [3], а середній термін експлуатації - 1000 годин. Кольорова температура випромінювання таких ламп знаходиться в інтервалі 2300-2900 К, що відповідає жовтому відтінку світла, а спектральний склад випромінювання, подібний до наведеного на Фіг. 1, неможливо варіювати.

Загалом, недоліками ламп розжарювання є:

- низька світлова віддача;
- малий термін служби;
- різка залежність строку служби від напруги;
- жовтий відтінок випромінювання, спектр відрізняється від сонячного;
- неможливість варіювання спектрального складу випромінювання.

Поряд із зазначеними недоліками такі лампи є неефективними з точки зору використання електричної енергії.

Наступним етапом розробки енергоефективних джерел випромінювання стало створення люмінесцентних ламп, принцип дії яких засновано на ефекті Стокса, що забезпечує корегування потрібним чином спектра випромінювання газового розряду шаром з люмінофором на внутрішньому боці скляного корпусу. Такі лампи мають у декілька разів вищу світлову віддачу, ніж лампи розжарювання з аналогічною потужністю. Термін служби люмінесцентних ламп може в 20 разів перевищувати термін служби ламп розжарювання за умови забезпечення достатньої якості електроживлення. Спектральний склад випромінювання таких ламп можна варіювати, але лише на стадії виготовлення, за рахунок використання відповідних різноманітних люмінофорів [4]. Проте, навіть використання люмінофору не дає змоги отримати суцільний спектр випромінювання таких ламп та не дозволяє його варіювати впродовж їх експлуатації. Загальний вигляд спектра випромінювання люмінесцентної лампи з характерними лініями хімічних елементів люмінофору наведено на Фіг. 2 (1 - Tb³⁺; 2-Hg; 3-Eu у сполуці Y₂O₃:Eu⁺³). Також необхідно відзначити, що використання рідкісноземельних хімічних елементів у складі люмінофорів призводить до додаткового зростання собівартості таких ламп та до ускладнення проблеми їх подальшої утилізації.

Також до недоліків люмінесцентних ламп, що утруднюють їх широкомасштабне використання, можна віднести:

- невисока світлова віддача, у порівнянні зі світлодіодними джерелами випромінювання;
- необхідність використання додаткової схеми електронного підключення;
- порівняльно довгий час запуску - лампа випромінює на повну потужність лише через 2-15 хвилин роботи;
- низькочастотне гудіння (100 Гц);
- мерехтіння лампи з подвоєної частотою мережі, що може перевантажувати органи зору людини і унеможливує застосування такого джерела світловипромінювання у випадках, коли потік випромінювання має бути стаціонарним за потужністю.

Найбільш енергоефективними, надійними та перспективними джерелами випромінювання є напівпровідникові світловипромінюючі діоди та лампи на їх основі [5], котрі вже охопили 6 % ринку джерел випромінювання. У лабораторних зразків таких світлодіодних ламп ККД сягає до 60 % [5, 6], а потужність світлового потоку на одиницю потужності енергоспоживання, залежності якої для ламп розжарювання, люмінесцентних та галогенових ламп, а також для світлодіодів, наведено на Фіг. 3, найбільша серед розглянутих вище джерел світловипромінювання (1 - лампа розжарювання 240 В; 2 - лампа розжарювання 120 В; 3 - галогенова лампа; 4 - компактна люмінесцентна лампа; 5 - світлодіодна лампа.). Однак у світлодіодів та ламп, що серійно виготовляються на їх основі, відсутня можливість варіювання

спектрального складу випромінювання, що робить такі лампи не універсальними та не привабливими для використання у широкому ряді спеціалізованих задач.

Загалом, до основних недоліків напівпровідникових світлодіодів та ламп на їх основі, що утруднюють їх широкомасштабне застосування як універсальні джерела світла можна віднести:

- 5 - високу собівартість;
- низьку граничну температуру експлуатації;
- необхідність використання електронного низьковольтного джерела напруги;
- суттєву відмінність спектра випромінювання світлодіодів від сонячного;
- неможливість варіювання спектрального складу випромінювання.

10 Останнім часом поряд з розвитком енергозберігаючих систем освітлення широкого застосування в окремий напрямок виділилися спеціалізовані системи освітлення, до яких ставляться більш жорсткі вимоги. До них можна, наприклад, віднести промислові системи освітлення рослин у гідропонних комплексах. В результаті фотосинтезу, що відбувається у

15 рослинах, енергія світла використовується рослиною для її життєдіяльності. Світло поглинається різноманітними пігментами в рослині, переважно, хлорофілом. Поряд з фотосинтезом існують і інші процеси, на котрі суттєво впливає світло різноманітних ділянок оптичного спектра [7, 8]. Наприклад пігменти з підвищеною чутливістю в червоній області спектра відповідають за розвиток кореневої системи, дозрівання плоду, цвітіння рослини. Тому саме для цього у теплицях використовують лампи, більша частина випромінювання яких

20 припадає на червону область спектра. Пігменти з підвищеною чутливістю в синій області відповідають за розвиток листя та зростання рослини в цілому. Рослини, що виростили при недостатньому освітленні синьою компонентою, наприклад під лампою розжарювання, більш високі - вони тягнуться догори, щоб отримати більше "синього світла". Пігмент, який відповідає за орієнтацію рослини до світла, теж чутливий до синьої компоненти світла [7, 8]. Загальний спектр поглинання пігментів рослин, що відповідають за основні процеси росту, наведено на

25 Фіг. 4. Цей спектр буде відрізнятися для різних видів рослин, а тому для успішного росту кожного окремого виду рослин необхідно мати можливість варіювати інтенсивність червоної та синьої компонент у загальному спектрі випромінювання освітлювального приладу.

Поряд з впливом на рослини світло здатне впливати і на живі організми, у тому числі на

30 людину. Як відомо [9], під дією сонячного світла або штучних джерел випромінювання світло з довжиною хвилі 290-430 нм поглинається підшкірними речовинами з утворенням провітаміну D3, необхідного для повноцінного функціонування організму. Також відомо [10], що недостатність освітленості шкіри випромінюванням у видимій області призводить до депресивних станів людини та психічних розладів. Наведене вище надає актуальності розробці методів фототерапії людини для лікування авітамінозів та психічних розладів і, як наслідок,

35 розробці спеціалізованих джерел випромінювання. За вихідну точку у таких дослідженнях приймають спектр поглинання шкіри людини, наведений на Фіг. 5. Однак для дії на окремі механізми в шкірі людини, котрих є досить широке різноманіття, необхідно варіювати спектральний склад випромінювання джерела світла.

40 Найбільш близьким до корисної моделі, що заявляється, є прилад на основі світловипромінюючої матриці зі світлодіодів червоного, зеленого, синього та жовтого кольорів для створення освітлення із змінним, в залежності від потреб, спектральним складом випромінювання [11], який наведено на Фіг. 6. До складу приладу також входить і блок керування ним. Поряд з перевагами цей прилад має і суттєві недоліки:

- 45 - мала потужність випромінювання;
- смугастий спектр випромінювання, обумовлений використанням кольорових світлодіодів, і як наслідок, обмеженість варіювання спектрального складу;
- відсутність інфрачервоної компоненти випромінювання.

В основу корисної моделі поставлена задача створення потужного енергоефективного

50 світлодіодного джерела з керованим у діапазоні довжин хвиль $380 \leq \lambda \leq 960$ нм спектральним складом випромінювання для спеціалізованого застосування.

Задача вирішується тим, що у світловипромінюючу комірку, яка складається зі світлодіодів з безперервним спектром випромінювання в діапазоні довжин хвиль 0,38-1,10 мкм, розміщених по концентричній окружності на рівних відстанях один від одного у порядку чергування,

55 встановлено матричні світлодіоди на компактну систему охолодження та інтегровану систему керування спектральним складом їх випромінювання, котру розміщено безпосередньо у світловипромінюючій комірці.

Суть запропонованої корисної моделі пояснюється кресленнями:

на Фіг. 1 зображено загальний вигляд спектрального складу випромінювання лампи

60 розжарювання при різних кольоровій температурі;

на Фіг. 2 наведено загальний вигляд спектрального складу випромінювання люмінесцентної лампи і позначення основних ліній спектра;

на Фіг. 3 зображено залежності потужності енергоспоживання розглянутих джерел випромінювання від їх світлового потоку;

5 на Фіг. 4 наведено загальний спектр поглинання пігментів рослин;

на Фіг. 5 зображено спектр поглинання шкіри людини;

на Фіг. 6 наведено загальний вигляд спектрального складу випромінювання світловипромінюючої матриці на основі світлодіодів чотирьох кольорів;

10 на Фіг. 7 зображено схему електричного кола інтегрованої системи керування спектральним складом випромінювання;

на Фіг. 8 наведено приклад спектрального складу випромінювання універсальної світловипромінюючої комірки (при силі струму: 175 мА у СД1; 171 мА у СД2; 233 мА у СД3; 209 мА у СД4), наближеного до спектрального складу сонячного світла, що відповідає режиму опромінювання АМ1,5.

15 На Фіг. 9 схематично зображено світловипромінюючу комірку.

Світловипромінююча комірка складається з матричних світлодіодів з безперервним спектром випромінювання в діапазоні довжин хвиль 0,38-1,10 мкм, як основу для монтування світлодіодів використовується потужний компактний радіатор 1 з активним охолодженням 2, схематично зображений на Фіг. 7, на який через термопровідний прошарок 3 монтується шість перелічених у дужках матричних світлодіодів (СД) (4 - білий СД з кольоровою температурою 5500 К; 5 - білий СД з кольоровою температурою 3300 К; 6 - два інфрачервоні СД зі смугою випромінювання $\lambda=880\pm20$ нм; 7 - два інфрачервоні СД зі смугою випромінювання $\lambda=940\pm20$ нм). Керування такою світлодіодною коміркою здійснюється за рахунок інтегрованої схеми керування, принципову схему якої наведено на Фіг. 8, яку розміщено безпосередньо у світловипромінюючій комірці.

Приклад приладу, запропонованого у корисній моделі.

Як основа-радіатор з активним охолодженням було вибрано радіатор Cooler Master DK8-9ID4B-OL-GP 1 (Фіг 7) з блоком активного охолодження 2, розрахований на потужності до 65 Вт, на який за допомогою перехідної пластини-основи 3 крізь теплопровідну пасту ПКТ-8 та діелектричні теплопровідні прокладки монтувалися:

- матричний світлодіод PF6M-15LWP-6SC (білий, кольорова температура 5500 К, потужність 15 Вт) 4;

- матричний світлодіод PF6M-15LVP-6SC (білий, кольорова температура 3300 К, потужність 15 Вт) 5;

35 - два матричні світлодіоди HIR-A08-L183 (інфрачервоний, довжина хвилі 880 ± 20 нм, потужність 1 Вт кожний) 6;

- два матричні світлодіоди HIR-A09-L193 (інфрачервоний, довжина хвилі 940 ± 20 нм, потужністю 1 Вт кожний) 7;

40 Під час роботи світлодіодна комірка живиться від джерела постійного струму, величина якого змінюється відповідними регуляторами інтегрованої системи керування спектральним складом випромінювання. Струм, що протікає, живить активну систему охолодження, котра працює у безперервному режимі, та встановлені у світлодіодну комірку світлодіоди відповідними струмами. При протіканні струму світлодіоди випромінюють світло, на Фіг. 9 наведено приклад наближеного до сонячного спектрального складу випромінювання світлодіодної комірки.

45 Позитивний ефект полягає у створенні більш потужної за [11] та ефективної світловипромінюючої комірки з безперервним спектральним складом випромінювання у діапазоні довжин хвиль 0,38-1,10 мкм, а також у інтегрованому безпосередньо у комірку блоком керування спектральним складом випромінювання, що дає змогу використовувати прилад у компактних системах освітлення спеціального призначення.

Джерела інформації:

1. Митрова Т.А. Тенденции и риски развития мировой энергетики // Экономическое обозрение.-2007. - № 7. - С. 8-15.

2. Мохнаткин А.Э. Преимущества светодиодного освещения и перспективы развития светодиодной промышленности // Индустрия.-2010. - № 7. - С. 60-61.

3. Kaufman J. IES Lighting Handbook. - New York: Illuminating Engineering Society of North America, 1981; <http://www.scribd.com/doc/46634221/IESNA-Lighting-Handbook>.

4. Ropp R. The Chemistry of Artificial Lighting Devices, Volume 17: Lamps, Phosphors and Cathode Ray Tubes (Studies in Inorganic Chemistry). - Elsevier Science, 1993.

5. Румянцева С. Выход в свет // Промышленно-строительное обозрение.-2008. - № 108; <http://stroyimpuls.ru/psd/108/17.php>.

6. Фимиани С. Замена традиционной лампы накаливания // Силовая электроника для светотехники.-2007. - № 2. - С. 30-31.

7. Goins G., Yorio N., Sanwo M. et al. Photomorphogenesis, photosynthesis, and seed yield of wheat plants grown under red light-emitting diodes (LEDs) with and without supplemental blue lighting // Journal of Experimental Botany.-1997. - Vol. 48. - №. 7. - P. 1407-1413.

8. Larkum A.W.D., Kuhl M. Chlorophyll: the puzzle resolved // TRENDS in Plant Science.-2005. - Vol. 10. - №. 8. - P. 355-357.

9. Владимиров Ю.А., Потапенко А.Я. Физико-химические основы фотобиологических процессов. - М.: Высшая школа, 1989.

10. Chapman R.S., Cooper K.D., De Fabo E.C. et al. Solar ultraviolet radiation and the risk of infectious disease: summary of a workshop // Photochemistry and Photobiology.-1995. - Vol. 61. - №. 3. - P. 223-247.

11. Shimizu M., Yano T., Setomoto T. et. al. LED illumination apparatus and card-type LED illumination source // United States Patent, - №. US007375391B2, - Date of patent: May 20, 2008.

ФОРМУЛА КОРИСНОЇ МОДЕЛІ

Світловипромінююча комірка, яка складається зі світлодіодів з безперервним спектром випромінювання в діапазоні довжин хвиль 0,38-1,10 мкм, розміщених по концентричній окружності на рівних відстанях один від одного у порядку чергування, яка **відрізняється** тим, що матричні світлодіоди розміщено на компактній системі охолодження, інтегровану систему керування спектральним складом їх випромінювання розміщено безпосередньо у світловипромінюючій комірці.

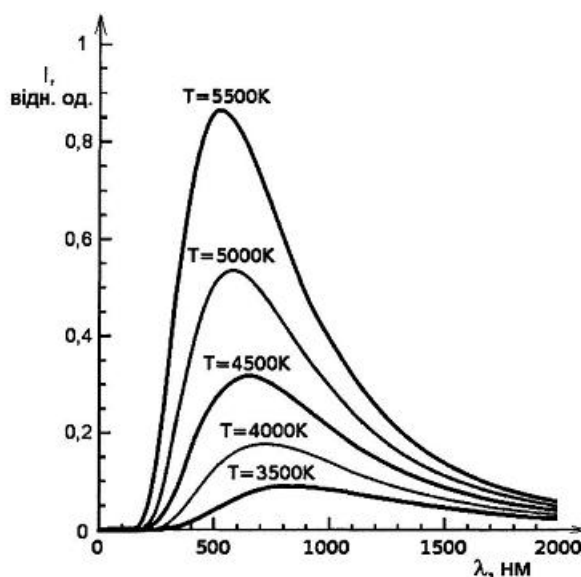
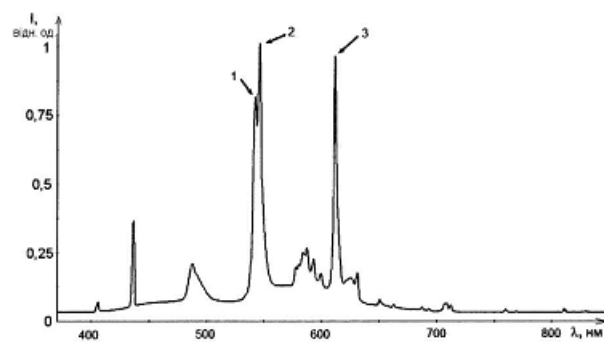
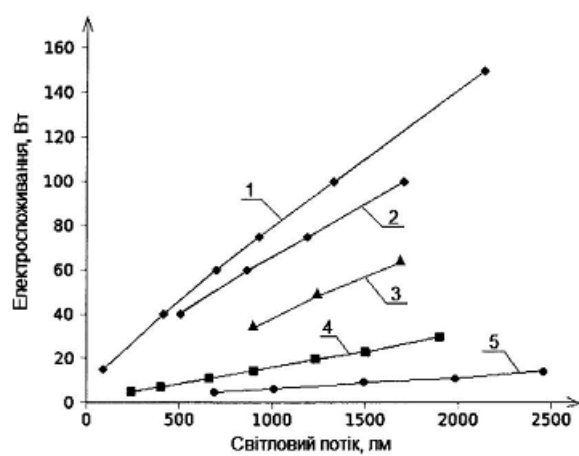


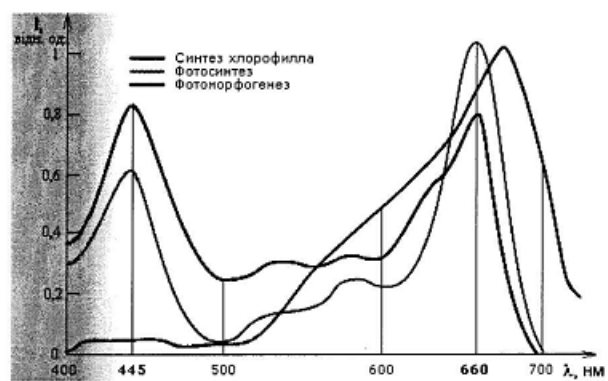
Fig. 1



Фіг. 2



Фіг. 3



Фіг. 4

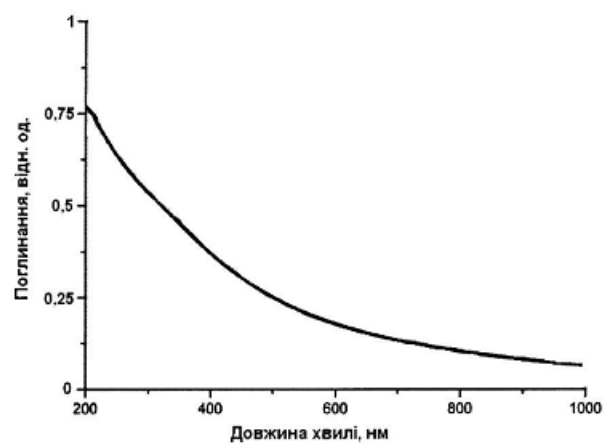


Fig. 5

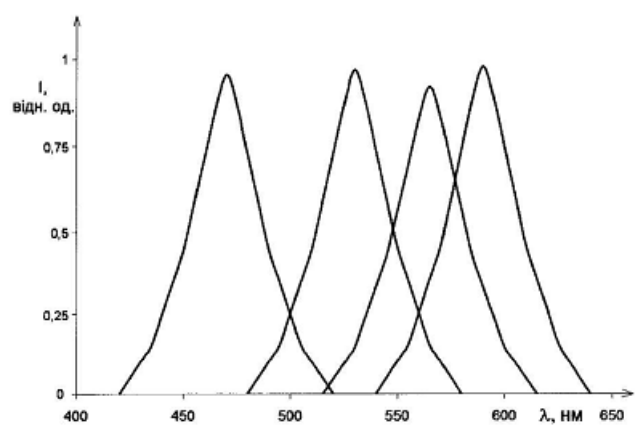


Fig. 6

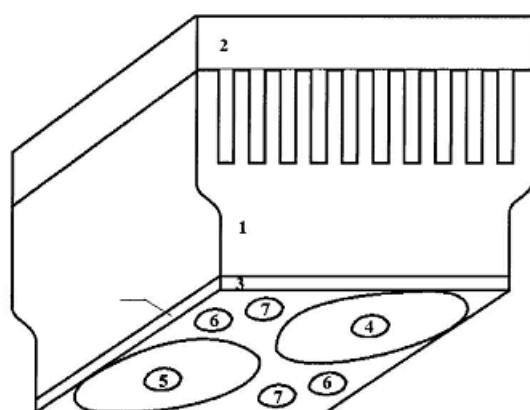


Fig. 7

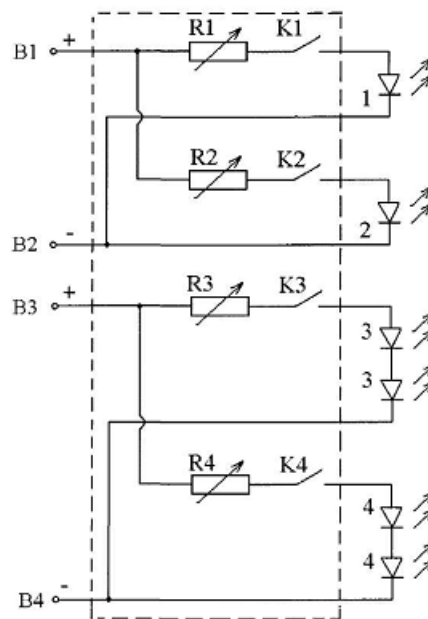


Fig. 8

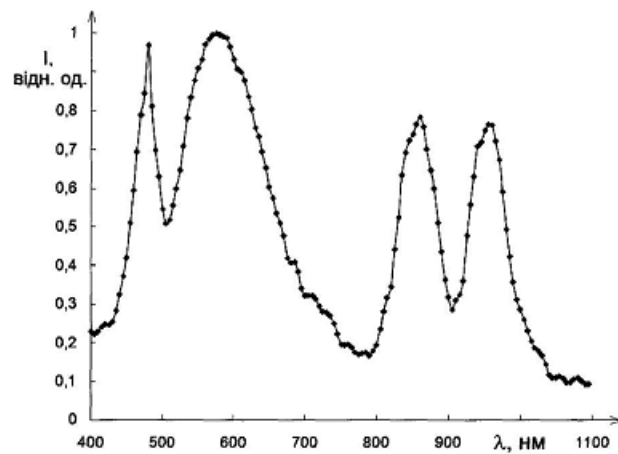


Fig. 9

Комп'ютерна верстка Л. Купенко

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