

УКРАЇНА



ПАТЕНТ

НА КОРИСНУ МОДЕЛЬ

№ 153428

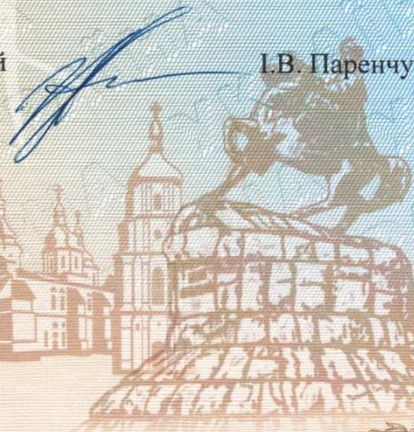
ГАЗОРОЗРЯДНА ІМПУЛЬСНО-ПЕРІОДИЧНА
УЛЬТРАФІОЛЕТОВА ЛАМПА НА ПАРАХ МІДІ ТА ЦИНКУ

Видано відповідно до Закону України "Про охорону прав на винаходи і корисні моделі".

Зареєстровано в Державному реєстрі України корисних моделей
05.07.2023.

В.о. директора
Державної організації «Український
національний офіс інтелектуальної
власності та інновацій»

І.В. Паренчук



(11) 153428

НАЦІОНАЛЬНИЙ ОРГАН ІНТЕЛЕКТУАЛЬНОЇ ВЛАСНОСТІ
Державна організація
«Український національний офіс інтелектуальної власності та інновацій»
(УКРНОІВІ)

Цей паперовий документ ідентичний за документарною інформацією та реквізитами електронному документу з електронним підписом уповноваженої особи Державної організації «Український національний офіс інтелектуальної власності та інновацій».

Паперовий документ містить 2 арк., які пронумеровані та прошиті металевими люверсами.

Для доступу до електронного примірника цього документа з ідентифікатором 0319050723 необхідно:

1. Перейти за посиланням <https://sis.ukrpatent.org>.
2. Обрати пункт меню Сервіси – Отримати оригінал документу.
3. Вказати ідентифікатор електронного примірника цього документу та натиснути «Завантажити».

Уповноважена особа УКРНОІВІ



I.С. Матусевич

05.07.2023



УКРАЇНА

(19) UA (11) 153428 (13) U

(51) МПК

H01S 1/06 (2006.01)

H01S 3/097 (2006.01)

НАЦІОНАЛЬНИЙ ОРГАН
ІНТЕЛЕКТУАЛЬНОЇ ВЛАСНОСТІ
ДЕРЖАВНА ОРГАНІЗАЦІЯ
"УКРАЇНСЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ
ОФІС ІНТЕЛЕКТУАЛЬНОЇ
ВЛАСНОСТІ ТА ІННОВАЦІЙ"

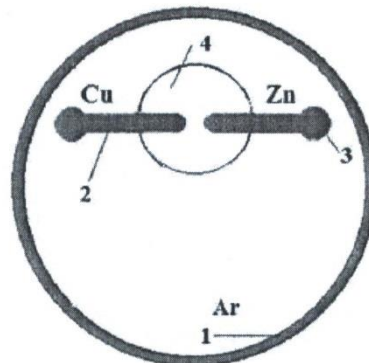
(12) ОПИС ДО ПАТЕНТУ НА КОРИСНУ МОДЕЛЬ

(21) Номер заявки: u 2022 04309	(72) Винахідник(и): Шуаїбов Олександр Камілович (UA), Миня Олександр Йосипович (UA), Грицак Роксолана Володимирівна (UA), Гомокі Золтан Тиберійович (UA), Малініна Антоніна Олександрівна (UA), Малінін Олександр Миколайович (UA), Ватрала Мар'яна Іванівна (UA)
(22) Дата подання заявки: 14.11.2022	(73) Володілець (володільці): ДЕРЖАВНИЙ ВИЩИЙ НАВЧАЛЬНИЙ ЗАКЛАД "УЖГОРОДСЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ", вул. Підгірна, 46, м. Ужгород, 88000 (UA)
(24) Дата, з якої є чинними права інтелектуальної власності: 06.07.2023	
(46) Публікація відомостей про державну реєстрацію: 05.07.2023, Бюл.№ 27	

(54) ГАЗОРОЗРЯДНА ІМПУЛЬСНО-ПЕРІОДИЧНА УЛЬТРАФІОЛЕТОВА ЛАМПА НА ПАРАХ МІДІ ТА ЦИНКУ

(57) Реферат:

Газорозрядна імпульсно-періодична ультрафіолетова лампа на парах міді і цинку, що містить систему металевих електродів, діелектричний корпус, джерело високовольтичних наносекундних імпульсів та робочу суміш аргону високого тиску. Використано біполярний наносекундний розряд між одним мідним та одним цинковим електродами з малим радіусом заокруглення робочої частини, який запалюється при малій міжелектродній віддалі 2 мм, при цьому лампа виконана з можливістю випромінювання у вузькому спектральному діапазоні 200-330 нм на переходах атомів та однозарядних іонів міді і цинку при частоті повторення імпульсів накачування до 1000 Гц.



Фіг. 1

UA 153428 U

Корисна модель належить до фізики газорозрядної плазми і світлотехніки. Вона може бути використана у наноелектроніці, фотохімії, фотобіології і фотомедицині.

Відома газорозрядна ультрафіолетова лампа на парах води з двома діелектричними бар'єрами, яка працює на сумішах аргону з парами води і випромінює на смугі радикала гідроксилу (ОН) з максимумом при 309,2 нм [1]. Збудження розряду відбувалось імпульсами напруги у формі меандра з тривалістю 1,5 мкс, амплітудою до 5 кВ і частотою проходження імпульсів напруги в діапазоні 26-96 кГц. Оптимальний парціальний тиск парів води складав близько 1,3 мм рт. ст., а аргону - 200-350 мм рт. ст. Максимальна потужність ультрафіолетового випромінювання лампи досягала 1,1 Вт, а коефіцієнт корисної дії - 0,45 %.

Основними недоліками цієї лампи є велика тривалість імпульсів ультрафіолетового випромінювання (1-1,5 мкс), що не сприяє одержанню високої імпульсної потужності випромінювання, значні габарити випромінювача лампи (довжина $L=30$ см) і плазмового середовища, неузгодженість спектра випромінювання лампи з основними смугами поглинання молекул ДНК. До недоліків також можна віднести наявність кварцової трубки у випромінювачі, яка може бути зруйнована при застосуванні в екстремальних польових умовах.

Як найближчий аналог вибрана газорозрядна точкова лампа на парах заліза з плазмовим середовищем у вигляді циліндра з основою діаметром 1 мм та висотою 3 мм, яка працювала на суміші аргону з повітрям або азотом і випромінювала на смугах другої додатної системи молекули азоту в спектральній області 300-400 нм при міжелектродній віддалі 2-3 мм і системі спектральних ліній атома заліза в спектральному діапазоні 250-270 нм [2]. Лампа збуджувалась імпульсами напруги амплітудою 10-14 кВ і субнаносекундною тривалістю, коли на передньому фронті імпульсу напруги формується пучок електронів-втікачів, який супроводжується рентгенівським випромінюванням. Тривалість імпульсів випромінювання не переважала 2-3 нс.

Основним недоліком цієї газорозрядної лампи є наявність кварцової оболонки з газовою сумішшю та неузгодженість спектра випромінювання атомів заліза та однозарядних іонів заліза з основним максимумом поглинання молекул ДНК (200-220 нм).

В основу корисної моделі поставлена задача, яка полягає у створенні газорозрядної імпульсно-періодичної ультрафіолетової лампи на парах міді і цинку, випромінювання якої потрапляє в основний максимум поглинання молекули ДНК.

Поставлена задача вирішується таким чином, що запропонована газорозрядна імпульсно-періодична ультрафіолетова лампа на парах міді і цинку, що містить систему металевих електродів, діелектричний корпус, джерело високовольтних наносекундних імпульсів та робочу суміш аргону високого тиску, в якій використано біполярний наносекундний розряд між одним мідним та одним цинковим електродами з малим радіусом заокруглення робочої частини, який запалюється при малій міжелектродній віддалі 2 мм, при цьому лампа виконана з можливістю випромінювання у вузькому спектральному діапазоні 200-330 нм на переходах атомів та однозарядних іонів міді і цинку при частоті повторення імпульсів накачування до 1000 Гц.

Перевагами даної газорозрядної імпульсно-періодичної ультрафіолетової лампи на парах цинку і міді є її екологічність, на відміну від ртутних люмінесцентних джерел світла, малий об'єм робочого середовища, недороге газове наповнення, яким є аргон і вузький спектр випромінювання в ультрафіолетовому діапазоні довжин хвиль, який зосереджений переважно в спектральному діапазоні 200-330 нм.

Тривалість імпульсів напруги складала 50-100 нс, а їх амплітуда досягала $\pm(20-40)$ кВ. Комутатором в модуляторі служив водневий імпульсний тиратрон ТГИ-1000-25. Імпульси напруги з модулятора підсилювались в чотири рази за допомогою імпульсного кабельного трансформатора.

Реєстрація світлин наносекундного розряду здійснювалась за допомогою цифрового фотоапарата. Спектри випромінювання лампи реєструвались з використанням монохроматора МДР-2 і фотопомножувача "ФЗУ-106". Спектрофотометр попередньо калібрувався за випромінюванням дейтерієвої і "банд" ламп, що дозволяло в спектральній області 200-650 нм реєструвати відносні інтенсивності спектральних ліній. Вимірювання абсолютної потужності випромінювання точкової лампи відбувалось за допомогою ультрафіолетового вимірювача абсолютної потужності випромінювання "ТКА-ПКМ".

На Фіг. 1 наведена будова газорозрядної імпульсно-періодичної ультрафіолетової лампи на парах цинку і міді. Розрядна комірка лампи (1) виготовлена з діелектрика. Електрод (2) виготовлено з міді, а електрод (3) виготовлено з цинку. Діаметр циліндричних мідних (2) і цинкових електродів (3) складає 5 мм, а радіус заокруглення робочої торцевої частини електродів рівний 3 мм.

Газорозрядна імпульсно-періодична ультрафіолетова лампа на парах цинку і міді працює наступним чином. При поданні на металеві електроди лампи наносекундних імпульсів напруги

амплітудою $\pm(20-40)$ кВ, між кінчиками електродів запалюється просторово однорідний розряд короткої тривалості. При міжелектродній віддалі 2 мм розрядний проміжок сильно перенапружений, що створює сприятливі умови для формування пучка електронів високої енергії, які вступають в режим неперервного прискорення і залишають розрядний проміжок (так звані електрони-втікачі). Явище "втечі" електронів із коротких розрядних проміжків приводить до розпорощення електродів, появи супутнього рентгенівського випромінювання, яке сприяє запалюванню просторово-однорідного розряду в аргоні високого тиску навіть у проміжках із нерівномірним розподілом напруженості електромагнітного поля. Розпилені атоми міді та цинку надходять в розрядний проміжок і збуджуються електронами розряду, що призводить до утворення збуджених атомів. Останні спонтанно розпадаються з випромінюванням в спектральному інтервалі 200-330 нм. Розміри плазми по горизонталі і вертикалі складають близько 0,5 мм. Розряд є досить однорідним, що зумовлено дією системи попередньої іонізації, роль якої в лампі виконує пучок електронів-втікачів, який формується на передньому фронті імпульсу струму, та супутнє йому рентгенівське випромінювання.

На Фіг. 2 приведені осцилограми імпульсів струму, напруги й імпульсна потужність перенапруженого наносекундного розряду в аргоні при тиску 200 кПа між електродом з міді та цинку і віддалі між ними 2 мм. При тиску аргону 200 кПа (Фіг. 2) перепад напруг різної полярності в початковій фазі розряду при тривалості 10-30 не досягав 15 кВ, а струму $\pm(80-100)$ А. Максимальна величина електричної імпульсної потужності досягала 2,5 МВт при тривалості 50 нс. Основний енергетичний внесок в плазму здійснювався протягом перших 100 нс з моменту запалювання перенапруженого наносекундного розряду. Енергія одного розрядного імпульсу досягала $\approx 373,8$ мДж (Фіг. 2).

На Фіг. 3 і 4 представлені спектри випромінювання лампи при тисках аргону - 50 і 200 кПа, відповідно. В таблиці приведені результати ідентифікації спектральних ліній, наведених в спектрах Фіг. 3 і 4. Основна інтенсивність випромінювання плазми була зосереджена в спектральному інтервалі 200-330 нм. В цій ділянці спектра основними були спектральні лінії атомів та однозарядних іонів міді і цинку. При збільшенні тиску аргону від 50 до 200 кПа інтенсивність всіх спектральних ліній міді та цинку з спектрального інтервалу 200-330 нм зростала. Тому оптимальним для лампи був тиск аргону, рівний 150-200 кПа.

Таблиця

Результати ідентифікації спектрів випромінювання плазми перенапруженого наносекундного розряду між електродом з міді і електродом з цинку при $p(\text{Ar})=150$ кПа і віддалі між електродами - 2 мм

№	$\lambda_{\text{табл}}$, нм	$I_{\text{експ}}$ Відн. од.	Об'єкт	$E_{\text{нижн}}$, еВ	$E_{\text{верх}}$, еВ	Терм _{нижн}	Терм _{верх}
1	214,89	2,27	Cu II	1,39	7,18	$4s^2 2D$	$5f^2 F^{\circ}$
2	216,50	2,50	Cu I	0,00	5,72	$4s^2 S$	$4p^n 2D^{\circ}$
3	217,49	3,59	Cu II	8,92	14,61	$4p^1 F^{\circ}$	$4d^1 G$
4	220,05	3,92	Cu II	9,06	14,70	$4p^3 D^{\circ}$	$4d^3 F$
5	221,45	5,03	Cu I	1,39	6,98	$4s^2 2D$	$4p^n 2P^{\circ}$
6	223,84	3,32	Cu I	1,64	7,18	$4s^2 2D$	$5f^2 F^{\circ}$
7	224,70	4,69	Cu II	2,72	8,23	$4s^3 D$	$4p^3 P^{\circ}$
8	226,30	5,04	Cu I	1,64	7,12	$4s^2 2D$	$7p^2 P^{\circ}$
9	227,62	5,05	Cu II	2,98	8,42	$4s^3 D$	$4p^3 P^{\circ}$
10	229,43	2,88	Cu II	2,83	8,23	$4s^3 D$	$4p^3 P^{\circ}$
11	230,31	3,65	Cu I	1,64	7,02	$4s^2 2D$	$4p^n 2D^{\circ}$
12	236,98	3,58	Cu II	3,26	8,49	$4s^1 D$	$4p^3 F^{\circ}$
13	239,26	2,57	Cu I	1,64	6,82	$4s^2 2D$	$6p^2 P^{\circ}$
14	244,16	3,67	Cu I	0,00	5,08	$4s^2 S$	$4p^n 4P^{\circ}$
15	249,21	3,25	Cu I	0,00	4,97	$4s^2 S$	$4p^n 4P^{\circ}$
16	254,48	3,21	Cu II	8,52	13,39	$4p^3 F^{\circ}$	$5s^3 D$
17	261,83	3,57	Cu I	1,39	6,12	$4s^2 2D$	$5p^2 P^{\circ}$
18	279,17	4,4	Cu II	14,33	18,77	$4d^3 G$	$6f^3 H^{\circ}$
19	282,43	4,3	Cu I	1,39	5,78	$4s^2 2D$	$4p^n 2D^{\circ}$
20	306,34	4,72	Cu I	1,64	5,68	$4s^2 2D$	$4p^n 2P^{\circ}$
21	324,75	14,89	Cu I	0	3,82	$4s^2 S$	$4p^2 P^{\circ}$

22	327,39	12,08	Cu I	0	3,39	4s ² S	4p ² P ^o
23	350,05	6,76	N ₂	Друга додатна система C ³ Π _u ⁺ -B ³ Π _g ⁺ (2;3)			
24	357,69	7,64	N ₂	Друга додатна систем* C ³ Π _u ⁺ -B ³ Π _g ⁺ (0;1)			
25	420,06	4,11	Ar I	11,55	14,50	4s [1/2] ^o	5p [2 1/2]
26	425,93	4,32	Ar I	11,83	14,74	4s ^o [1/2]	5p ^o [1/2]
27	430,01	3,89	Ar I	11,62	14,51	4s [1/2] ^o	5p [1 1/2]
28	433,35	3,36	Ar I	11,83	14,69	4s ^o [1/2]	5p ^o [1 1/2]
29	440,09	5,03	Ar II	16,44	19,26	3d ^o D	4p ^o P ^o
30	442,39	3,99	Ar I	11,72	14,52	4s ^o [1/2]	5p ^o [1 1/2]
31	447,47	4,77	Ar II	18,66	21,43	3d ^o D	4p ^o P ^o
32	451,07	3,55	Ar I	11,83	14,58	4s ^o [1/2]	5p [1/2]
33	459,60	3,08	Ar I	11,83	14,52	4s ^o [1/2]	5p ^o [1 1/2]
34	462,84	3,42	Ar I	11,83	14,51	4s ^o [1/2]	5p [2 1/2]
35	470,23	2,94	Ar I	11,83	14,46	4s ^o [1/2]	5p ^o [1 1/2]
36	476,86	3,23	Ar I	12,91	15,51	4p [1/2]	6d ^o [1 1/2]
37	483,66	3,28	Ar I	12,91	15,47	4p [1/2]	9s [1 1/2]
38	487,62	2,83	Ar I	12,91	15,45	4p [1/2]	7d [1 1/2]
39	492,10	3	Ar I	13,09	15,61	4p [2 1/2]	10d [3 1/2]
40	511,82	2,37	Ar I	13,09	15,52	4p [2 1/2]	6d ^o [2 1/2]
41	516,22	2,89	Ar I	12,91	15,31	4p [1/2]	6d [1/2]
42	518,77	2,91	Ar I	12,91	15,30	4p [1/2]	5d ^o [1 1/2]
43	521,82	2,59	Cu I	3,82	6,19	4p ^o P ^o	4d ^o D
44	525,27	3,07	Ar I	13,09	15,45	4p [2 1/2]	7d [3 1/2]
45	570,02	2,08	Cu I	1,64	3,82	4s ^o D	4p ^o P ^o
46	601,36	1,98	Ar I	13,08	15,14	4p [2 1/2]	5d [1/2] ^o
47	617,01	1,92	Ar I	13,17	15,18	4p [1 1/2]	7s [1 1/2] ^o
48	653,81	2,3	Ar I	13,08	14,95	4p [2 1/2]	4d ^o [1/2] ^o
49	656,29	2,14	H _α	13,08	14,95	4p [2 1/2]	4d ^o [1/2] ^o

Максимальна густина потужності УФ-випромінювання лампи в бактерицидній ділянці спектра (Δλ=200-280 нм) досягала 12 мВт /м² при тиску аргону рівному 200 кПа, величині напруги на аноді тиратрона високовольтного модулятора - 20 кВ та частоті проходження розрядних імпульсів - 80 Гц.

Газорозрядна імпульсно-періодична ультрафіолетова лампа на парах цинку і міді, яка випромінює в спектральному діапазоні 200-330 нм, може використовуватись для очистки повітря від бактерій, стерилізації продовольчих матеріалів в консервному виробництві, стерилізації медичних інструментів і матеріалів та у фотобіології і фотомедицині.

Джерела інформації:

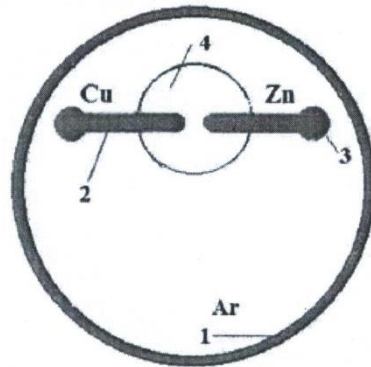
1. Соснин Э.А., Ерофеев М.В., Авдеев С.М., Панченко А.Н. и др. Ультрафиолетовая лампа барьерного разряда на молекулах ОН // Квантовая электроника. - 2006. Т. 36, № 10. - С. 981-983. - Аналог.

2. Бакшт Е.Х., Тарасенко В.Ф., Шутько Ю.В., Ерофеев М.В. Точечный источник УФ - излучения с частотой 1 кГц и короткой длительностью импульсов // Известия ВУЗов. Физика. - 2011. - № 11. - С. 91-94. - Ближайший аналог.

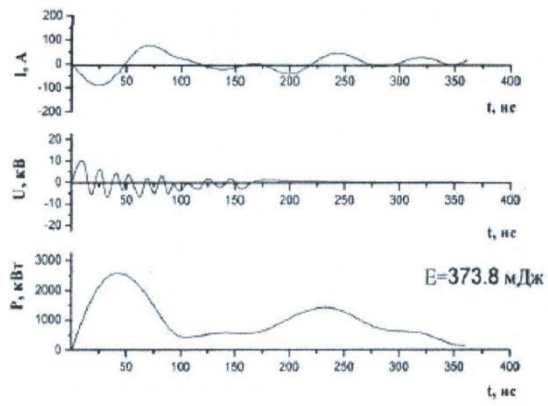
ФОРМУЛА КОРИСНОЇ МОДЕЛІ

Газорозрядна імпульсно-періодична ультрафіолетова лампа, що містить систему металевих електродів, діелектричний корпус, джерело високовольтних наносекундних імпульсів та робочу суміш аргону високого тиску, яка відрізняється тим, що використано біполярний наносекундний розряд між одним мідним та одним цинковим електродами з малим радіусом заокруглення робочої частини, який запалюється при малій міжелектродній віддалі 2 мм, при цьому лампа виконана з можливістю випромінювання у вузькому спектральному діапазоні 200-330 нм на переходах атомів та однозарядних іонів міді і цинку при частоті повторення імпульсів накачування до 1000 Гц.

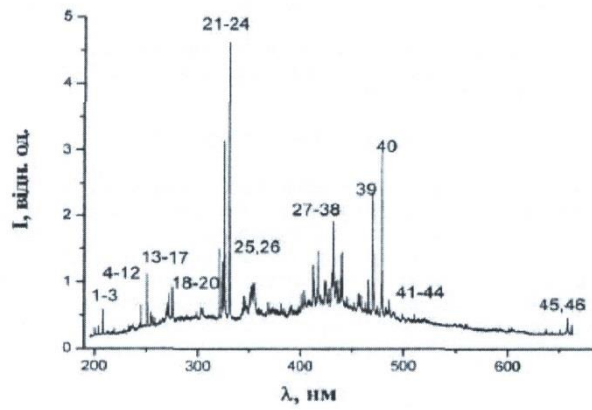
UA 153428 U



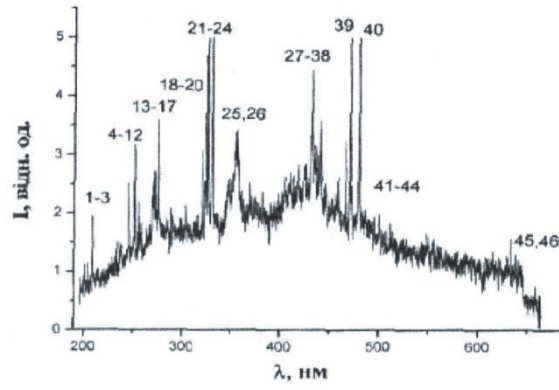
Фиг. 1



Фиг. 2



Фиг. 3



Фиг. 4