

УКРАЇНА



ПАТЕНТ

НА КОРИСНУ МОДЕЛЬ

№ 152380

СПОСІБ СИНТЕЗУ ТОНКИХ ПЛІВОК НА ОСНОВІ
СУПЕРІОННОГО ПРОВІДНИКА Ag_2S

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

Зареєстровано в Державному реєстрі України корисних моделей
18.01.2023.

Директор
Державної організації «Український
національний офіс інтелектуальної
власності та інновацій»

О.П. Орлюк



(11) 152380

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 0841180123 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.Є. Матусевич

18.01.2023



УКРАЇНА

(19) **UA** (11) **152380** (13) **U**
(51) МПК (2022.01)
C01G 5/00
H01L 31/16 (2006.01)

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

(12) ОПИС ДО ПАТЕНТУ НА КОРИСНУ МОДЕЛЬ

<p>(21) Номер заявки: u 2022 00552</p> <p>(22) Дата подання заявки: 09.02.2022</p> <p>(24) Дата, з якої є чинними права інтелектуальної власності: 19.01.2023</p> <p>(46) Публікація відомостей про державну реєстрацію: 18.01.2023, Бюл.№ 3</p>	<p>(72) Винахідник(и): Шуаїбов Олександр Камілович (UA), Миня Олександр Йосипович (UA), Грицак Роксолана Володимирівна (UA), Гомокі Золтан Тиберійович (UA)</p> <p>(73) Володілець (володільці): ДЕРЖАВНИЙ ВИЩИЙ НАВЧАЛЬНИЙ ЗАКЛАД "УЖГОРОДСЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ", вул. Підгірна, 46, м. Ужгород, 88000 (UA)</p>
--	---

(54) СПОСІБ СИНТЕЗУ ТОНКИХ ПЛІВОК НА ОСНОВІ СУПЕРІОННОГО ПРОВІДНИКА Ag₂S

(57) Реферат:

Спосіб синтезу тонких плівок на основі суперіонного провідника Ag₂S, що включає вплив біполярного джерела імпульсів високої напруги наносекундної тривалості, згідно з корисною моделлю використовують явище вибухової емісії неоднорідностей на поверхні електродів на основі суперіонного провідника Ag₂S у сильному електричному полі, що створює потік парів срібла й сірки, які конденсуються у формі тонкої плівки суперіонного провідника Ag₂S на встановленій поблизу діелектричній підкладці.

UA 152380 U

Корисна модель належить до фізики і техніки газорозрядної імпульсної плазми високої густини та може застосовуватись в газорозрядних системах синтезу тонких плівок на основі суперіонного провідника Ag_2S .

Відомим є спосіб синтезу наночастинок суперіонного провідника Ag_2S методом хімічної конденсації у водяному розчині. Для оцінки впливу стабілізуючої хімічної сполуки - $AgNO_3$ використано її розчини різної концентрації в спирті. Тонкі плівки синтезовано на основі колоїдного розчину; встановлена область стабільності колоїдних розчинів сульфідів срібла і розміри та розподіл за розмірами наночастинок Ag_2S в плівках при різних концентраціях вихідних реагентів; виявлено самоорганізацію наночастинок при формуванні багат шарових плівок.

Основними недоліками такого способу синтезу тонких плівок сульфідів срібла є необхідність застосування стабілізуючих хімічних сполук, які вносяться в робоче середовище реактора у вигляді розчинів на основі спиртів і багатоступенева технологія синтезу плівок із колоїдного розчину.

Як найближчий аналог вибрано спосіб синтезу наноструктур CdO , Ag_2O (5 нм), Ag (~20-30 нм) в наносекундному розряді у рідкому азоті між кадмієвим і срібним електродами [2]. Окислення відбувалось, коли рідкий азот повністю випаровувався і наночастинки контактували з повітрям. Кубічні наночастинки на основі кадмію формувались при напрузі - 4 кВ, а при напрузі 7-10 кВ вони видовжувались і мали ниткоподібні кінці. Нанодротини кадмію формувались шляхом зібрання в рідкому азоті окремих наночастинок кадмію, а наночастинки срібла були сферичної форми і збирались при збільшенні напруги в двомірні дендрітні структури.

Основним недоліком такого способу синтезу тонких плівок на основі наноструктур срібла та кадмію була необхідність використання рідкого азоту, розрядної кювети у вигляді термостату, а також відсутність даних про можливість синтезу таким способом тонких плівок на основі суперіонного провідника Ag_2S .

Задача корисної моделі полягає у вдосконаленні способу синтезу тонких плівок на основі суперіонного провідника Ag_2S , покращенні умов і здешевленні процесу синтезу за рахунок застосування перенапруженого наносекундного розряду атмосферного тиску між електродами зі сполуки Ag_2S з ектонним механізмом їх розпорошення в повітрі атмосферного тиску. Таким чином відпадає потреба у застосуванні вакуумної техніки і дорогих буферних газів.

Поставлена задача вирішується таким чином, що запропоновано спосіб синтезу тонких плівок на основі суперіонного провідника Ag_2S , що включає вплив біполярного джерела імпульсів високої напруги наносекундної тривалості, у якому, згідно з корисною моделлю, використовують явище вибухової емісії неоднорідностей на поверхні електродів на основі суперіонного провідника Ag_2S у сильному електричному полі, що створює потік парів срібла й сірки, які конденсуються у формі тонкої плівки суперіонного провідника Ag_2S на встановленій поблизу діелектричній підкладці.

У найсприятливішому прикладі реалізації способу діелектрична підкладка встановлюється на відстані 2-4 см від центра віддалі між електродами, виготовленими з суперіонного провідника Ag_2S .

Для збудження перенапруженого, біполярного розряду наносекундної тривалості в повітрі атмосферного тиску між сферичними кінчиками циліндричних електродів, виготовлених із полікристалічної сполуки Ag_2S , застосовувався генератор біполярних наносекундних імпульсів високої напруги з резонансною перезарядкою накопичувального малоіндуктивного конденсатора ємністю 1540 пФ. Тривалість імпульсів напруги складала 50-100 нс, а їх амплітуда досягала $\pm 20-60$ кВ. Комутатором у модуляторі служив водневий імпульсний тиратрон ТГІІ-1000-25.

Спектри випромінювання розряду реєструвались із використанням спектрофотометра "SL-40".

Схема плазмохімічного реактора з синтезу тонких плівок на основі суперіонного провідника Ag_2S наведена на фіг. 1. Реактор складався з діелектричного корпусу розрядної камери (1), кріплення підкладки для наплення (2), системи регулювання віддалі між електродами (3), циліндричних електродів, виготовлених із полікристалічної сполуки Ag_2S (4), газової ділянки, в якій відбувається розпилення матеріалу електродів (5), кварцової підкладки для наплення тонких плівок на основі сполуки Ag_2S (6), тонкої плівки з суперіонного провідника (7). Віддаль між електродами складала 2 мм, тому біполярний розряд наносекундної тривалості запалювався при значній перенапрузі розрядного проміжку, коли в ньому формується пучок електронів-втікачів з енергією електронів 20-40 кВ. Під дією цього пучка і супутнього рентгенівського випромінювання розряд в повітрі атмосферного тиску навіть при досить неоднорідному розподілі напруженості електричного поля між електродами з радіусами

заокруглення напівсферичних робочих поверхонь (~10 мм) був досить однорідним при частотах слідування імпульсів 40-1000 Гц. В сильному електричному полі між електродами на основі суперіонного провідника Ag_2S відбуваються мікробухи нановістер на поверхні електродів, що сприяло внесенню парів суперіонного провідника Ag_2S продуктів їх розпаду (Ag , S) в плазму перенапруженого наносекундного розряду та осадженню їх на діелектричній підкладці у вигляді тонкої плівки на основі суперіонного провідника Ag_2S .

Спосіб реалізується таким чином.

При поданні імпульсів високої напруги на електроди, виготовлені із суперіонного провідника Ag_2S , в середовищі повітря атмосферного тиску запалюється дифузний, просторово однорідний розряд наносекундної тривалості. В сильному електричному полі в околі нановістер, які є завжди на поверхнях невідполірованих електродів, починається інтенсивна автоелектронна емісія електронів, яка закінчується мікробухом вістер і вводом парів суперіонного провідника Ag_2S , які при руйнуванні в плазмі служать джерелом атомів та іонів срібла й сірки, в розрядний проміжок і навколишній простір, де розміщена кварцова підкладка, на якій і формується тонка плівка на основі суперіонного провідника Ag_2S . При великій густині струму і малій густині парів суперіонного провідника Ag_2S та продуктів деструкції сполуки Ag_2S , плазма випромінює УФ - випромінювання на переходах атомів і іонів срібла в спектральному діапазоні 200-340 нм. Це випромінювання асистує процес синтезу тонкої плівки на основі сполуки Ag_2S і в початкові моменти здійснює очистку поверхні підкладки, що сприяє збільшенню адгезії плівки до діелектричної підкладки.

На фіг. 2 наведено світліну системи електродів перенапруженого наносекундного розряду в повітрі атмосферного тиску при віддалі між електродами зі сполуки Ag_2S рівній 2 мм, а також плазми розряду при частоті $f=1000$ Гц. Імпульсно-періодичний розряд між електродами запалювався в дифузній формі, що зумовлено наявністю попередньої іонізації розрядного проміжку між електродами з сполуки Ag_2S у вигляді потоку електронів-втікачів, рентгенівського й ультрафіолетового випромінювання. Такий вигляд розряду - це передумова одержання однорідних потоків розпиленої з поверхні електродів сполуки Ag_2S , продуктів її деструкції в плазмі, а також потоку УФ-випромінювання плазми та осадженню продуктів матеріалу електродів на діелектричній підкладці у вигляді тонкої плівки.

На фіг. 3, наведені осцилограми імпульсів струму, напруги та імпульсної потужності перенапруженого наносекундного розряду між електродами зі сполуки Ag_2S при віддалі між електродами 2 мм і частоті слідуванні імпульсів струму 1000 Гц. В даному експерименті повна тривалість імпульсів напруги досягала 450 нс, а сам імпульс напруги складався з затухаючих в часі осциляцій тривалістю 20-30 нс. Максимальна величина спаду напруги на розрядному проміжку складала близько 40-45 кВ, враховуючи додатну та від'ємну амплітуду імпульсу напруги. Максимальна амплітуда імпульсу струму досягала 100 А. Найбільша величина імпульсної потужності розряду досягала в перші 100 нс з моменту його запалювання і складала близько 3 Мвт. Другий максимум імпульсної потужності складав 1,5 МВт і спостерігався в момент часу від початку запалювання розряду $t=150$ нс. Енергія окремого електричного імпульсу складала близько 0,77 Дж.

Спектр випромінювання плазми на основі суперіонного провідника і результати ідентифікації найбільш інтенсивних спектральних ліній атома, однозарядного іона срібла, а також спектральних ліній і молекулярних смуг продуктів розпаду молекул сірки і повітря в плазмі перенапруженого наносекундного розряду між електродом зі сполуки Ag_2S при тиску повітря рівному 101,3 кПа приведені на фіг. 4 і в таблиці.

Таблиця

Результати ідентифікації найбільш інтенсивних спектральних ліній випромінювання атома й однозарядного іона срібла, спектральних ліній атома сірки, а також спектральних ліній та смуг складових повітря при тиску $p=101,3$ кПа в перенапруженому наносекундному розряді, що запалювався при віддалі між електродами з сполуки Ag_2S $d=2$ мм при частоті $f=1000$ Гц

№	$\lambda_{\text{табл.}}$, нм	I експ відн. од.	Об'єкт	$E_{\text{нижн.}}$, eV	$E_{\text{верх.}}$, eV	Терм _{нижн.}	Терм _{верх.}
1	206,59	893	Ag I	5,05	11,05	$4d^{9/2}(^2D_{5/2})5s\ 2^5[1/2]_2$	$4d^{9/2}D_{3/2}5p\ 2^5[1/2]_3$
2	211,38	2635	Ag II	4,85	10,71	$4d^9(^2D_{5/2})5s\ 2^5[1/2]_3$	$4d^9(^2D_{5/2})5p\ 2^5[1/2]_3$
3	214,56	1541	Ag II	5,42	11,20	$4d^9(^2D_{5/2})5s\ 2^3[1/2]_1$	$4d^9(^2D_{3/2})5p\ 2^5[1/2]_3$
4	218,67	1402	Ag II	5,05	10,71	$4d^9(^2D_{5/2})5s\ 2^5[1/2]_3$	$4d^9(^2D_{5/2})5p\ 2^5[1/2]_3$

Продовження таблиці

5	224,64	13390	Ag II	4,85	10,37	$4d^{9/2}(^2D_{5/2})5s\ ^2\overset{3}{\underset{1}{/}}\overset{2}{/}2$	$4d^{9/2}(^2D_{5/2})5p\ ^2\overset{7}{\underset{1}{/}}\overset{2}{/}4$
6	227,99	6214	Ag II	5,70	11,14	$4d^{9/2}(^2D_{3/2})5s\ ^2\overset{3}{\underset{1}{/}}\overset{2}{/}2$	$4d^{9/2}(^2D_{3/2})5p\ ^2\overset{3}{\underset{1}{/}}\overset{2}{/}1$
7	232,02	15196	Ag II	5,70	11,05	$4d^{9/2}(^2D_{3/2})5s\ ^2\overset{3}{\underset{1}{/}}\overset{2}{/}2$	$4d^{9/2}(^2D_{3/2})5p\ ^2\overset{5}{\underset{1}{/}}\overset{2}{/}3$
8	233,13	15196	Ag II	5,05	10,36	$4d^{9/2}(^2D_{5/2})5s\ ^2\overset{5}{\underset{1}{/}}\overset{2}{/}2$	$4d^{9/2}(^2D_{5/2})5p\ ^2\overset{3}{\underset{1}{/}}\overset{2}{/}1$
9	241,13	11011	Ag II	5,42	10,56	$4d^{9/2}(^2D_{3/2})5s\ ^2\overset{3}{\underset{1}{/}}\overset{2}{/}1$	$4d^{9/2}(^2D_{5/2})5p\ ^2\overset{5}{\underset{1}{/}}\overset{2}{/}2$
10	243,77	12223	Ag II	4,85	9,94	$4d^{9/2}(^2D_{5/2})5s\ ^2\overset{5}{\underset{1}{/}}\overset{2}{/}3$	$4d^{9/2}(^2D_{5/2})5p\ ^2\overset{3}{\underset{1}{/}}\overset{2}{/}2$
11	244,78	12223	Ag II	5,70	10,77	$4d^{9/2}(^2D_{3/2})5s\ ^2\overset{3}{\underset{1}{/}}\overset{2}{/}2$	$4d^{9/2}(^2D_{3/2})5p\ ^2\overset{5}{\underset{1}{/}}\overset{2}{/}2$
12	260,59	2214	Ag II	10,18	14,94	$4d^{9/2}(^2D_{5/2})5p\ ^2\overset{7}{\underset{1}{/}}\overset{2}{/}3$	$4d^{9/2}(^2D_{5/2})6s\ ^2\overset{5}{\underset{1}{/}}\overset{2}{/}3$
13	261,43	1959	Ag II	10,77	15,51	$4d^{9/2}(^2D_{3/2})5p\ ^2\overset{5}{\underset{1}{/}}\overset{2}{/}2$	$4d^{9/2}(^2D_{3/2})6s\ ^2\overset{5}{\underset{1}{/}}\overset{2}{/}1$
14	271,18	2144	Ag II	10,37	14,94	$4d^{9/2}(^2D_{3/2})5p\ ^2\overset{7}{\underset{1}{/}}\overset{2}{/}4$	$4d^{9/2}(^2D_{5/2})6s\ ^2\overset{5}{\underset{1}{/}}\overset{2}{/}3$
15	276,75	1830	Ag II	5,70	10,18	$4d^{9/2}(^2D_{3/2})5s\ ^2\overset{3}{\underset{1}{/}}\overset{2}{/}2$	$4d^{9/2}(^2D_{5/2})5p\ ^2\overset{7}{\underset{1}{/}}\overset{2}{/}3$
16	293,83	2799	Ag II	10,77	14,99	$4d^{9/2}(^2D_{3/2})5p\ ^2\overset{5}{\underset{1}{/}}\overset{2}{/}2$	$4d^{9/2}(^2D_{5/2})6s\ ^2\overset{5}{\underset{1}{/}}\overset{2}{/}2$
17	328,06	15995	Ag I	0,00	3,77	$4d^{10}5s\ ^2S_{1/2}$	$4d^{10}5p\ ^2P_{3/2}$
18	333,13	2630	N II	20,65	24,37	$2s^22p3p\ ^3D_2$	$2s^22p4s\ ^3P_1$
19	338,28	8339	Ag I	0,00	3,66	$4d^{10}5s\ ^2S_{1/2}$	$4d^{10}5p\ ^2P_{1/2}$
20	405,54	2132	Ag I	3,66	6,72	$4d^{10}5p\ ^2P_{1/2}$	$4d^{10}6d\ ^2D_{3/2}$
21	424,06	2321	Ag II	14,08	17,00	$4d^95s^2\ ^1G_4$	$4d^{9/2}(^2D_{3/2})6p\ ^2\overset{5}{\underset{1}{/}}\overset{2}{/}3$
22	444,70	1966	N II	20,41	23,19	$3p\ ^3D$	$3d\ ^1D^0$
23	464,30	3403	N II	18,47	21,15	$3s\ ^3P^0$	$3p\ ^3P$
24	487,41	1966	Ag I	7,30	9,84	$4d^95s(^3D)5p\ ^4F_{9/2}$	$4d^95s(^3D)6s\ ^4D_{7/2}$
25	500,515	7512	N II	20,66	23,14	$2s^22p3p\ ^3D_3$	$2s^22p3d\ ^3F^0_4$
26	520,90	13609	Ag I	3,66	6,04	$4d^{10}5p\ ^2P_{1/2}$	$4d^{10}5d\ ^2D_{3/2}$
27	531,24	2841	Ag II	15,70	18,03	$4d^{9/2}(^2D_{5/2})5d\ ^2\overset{9}{\underset{1}{/}}\overset{2}{/}4$	$4d^{9/2}(^2D_{5/2})4f\ ^2\overset{9}{\underset{1}{/}}\overset{2}{/}4$
27	547,86	15991	Ag II	15,71	17,97	$4d^{9/2}(^2D_{5/2})5d\ ^2\overset{3}{\underset{1}{/}}\overset{2}{/}2$	$4d^{9/2}(^2D_{5/2})4f\ ^2\overset{1}{\underset{1}{/}}\overset{2}{/}1$
28	566,66	4442	N II	18,46	20,65	$2s^22p3s\ ^3P^0_1$	$2s^22p3p\ ^3D_2$
29	594,16	2666	N II	21,16	23,24	$3p\ ^3P_2$	$3d\ ^3D^0_3$
30	657,07 другий порядок 328,06	15993	Ag I	0,00	3,77	$4d^{10}5s\ ^2S_{1/2}$	$4d^{10}5p\ ^2P^0_{3/2}$
31	668,3 другий порядок 333,13	4232	N II	20,65	24,37	$2s^22p3p\ ^3D_2$	$2s^22p4s\ ^3P_1$
32	679,2 другий порядок 338,28	16035	Ag I	0,00	3,66	$4d^{10}5s\ ^2S_{1/2}$	$4d^{10}5p\ ^2P^0_{1/2}$
33	700,22	7096	O I	10,99	12,76	$3p\ ^3P_2$	$4d\ ^3D^0_1$
34	711,00	3999	O II	29,06	30,81	$2s^22p(^3P)3d\ ^2D_{5/2}$	$2s^22p(^3P)4p\ ^2P^0_{3/2}$
35	725,44	4319	O I	10,99	12,70	$3p\ ^3P$	$5s\ ^3S_0$
36	770,67	2790	O I	14,05	15,65	$3p\ ^3D_{2,3}$	$2p\ ^5P^0_2$
37	777,19	5650	O I	9,14	10,74	$3s\ ^5S^0_2$	$3p\ ^5P_3$
38	800,51	2576	Ag II	14,94	16,49	$4d^{9/2}(^2D_{5/2})6s\ ^2\overset{5}{\underset{1}{/}}\overset{2}{/}3$	$4d^{9/2}(^2D_{5/2})6p\ ^2\overset{5}{\underset{1}{/}}\overset{2}{/}3$

Продовження таблиці

39	822,47	2772	Ag II	14,94	16,45	$4d^9(^2D_{5/2})6s^2[{}^5/2]_3$	$4d^8(^3F)5s5p(^3P^o)$
40	844,67	2195	O I	9,52	10,99	$3s^23s^0_1$	$3p^3P_1$
41	869,47	2129	S I	7,86	9,29	$3s^23p(^4S^o)$ $4p^3P_3$	$3s^23p(^4S^o)4d^5D^o_4$
42	942,19	663	S I	8,40	9,72	$3s^23p(^2D^o)4s$ $3D^o_2$	$3s^23p(^2D^o)4p^3F_3$
43	964,95	1146	S I	8,41	9,69	$3s^23p(^2D^o)4s$ $3D^o_3$	$3s^23p(^2D^o)$ $4p^3D^o_3$
44	974,149	1184	O I	14,13	15,40	$3p^1F_3$	$3d^1G^o_4$
45	1002,32	922	N II	26,21	27,45	$4fG(4^1/2)5$	$5gH(5^1/2)_{5,6}$

5 Як впливає з таблиці, плазма, що досліджувалась, інтенсивно випромінює в спектральному діапазоні 200-340 нм. Основними джерелами випромінювання в короткохвильовому спектральному діапазоні 200-300 нм були однозарядні іони срібла, а в спектральному інтервалі 300-340 нм - атоми срібла. В потужних імпульсних розрядах атмосферного тиску з густиною електронів на рівні 10^{15} - 10^{17} см⁻³ утворення збуджених іонів металів відбувається переважно в процесах збудження однозарядного іона металу електронами, в тому числі й електронами - втікачами, які наявні в плазмі.

10 Раманівський спектр плівки, синтезованої з продуктів перенапруженого наносекундного розряду між електродами з суперіонного провідника при атмосферному тиску повітря приведено на фіг. 5., де 1, 3 - Раманівські спектри, отримані з різних ділянок плівки на основі сполуки Ag₂S, 2 - Раманівський спектр сполуки Ag₂S, з якої виготовлені електроди, 4 - Раманівський спектр підкладки. З фіг. 6. випливає, що спектри комбінаційного розсіяння синтезованої плівки практично ідентичні з спектром вихідного матеріалу електродів. Таким чином, синтезована плівка повинна характеризуватись властивостями суперіонного провідника.

20 Оскільки плівка синтезована при автоматичному асистуванні УФ-випромінюванням плазми, то вона повинна володіти меншим опором в порівнянні з типовим синтезом таких плівок методом магнетронного розпорощення.

Корисна модель може використовуватись для синтезу тонких плівок на основі суперіонного провідника Ag₂S, які знаходять широке застосування в пристроях силової електроніки (аккумулятори, конденсатори тощо).

Джерела інформації:

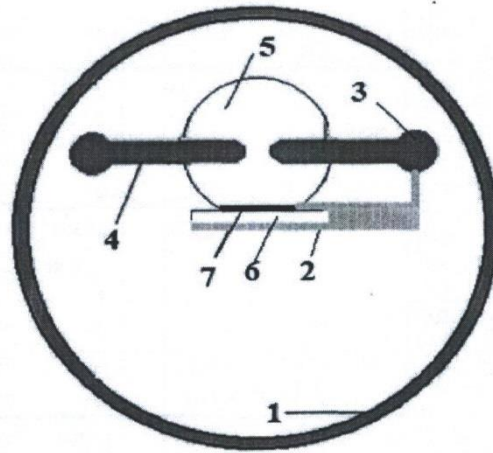
25 1. Е.С. Воронцова, Ю.В. Кузнецова, С.В. Ремпель Получение и изучение пленок из наночастиц Ag₂S, стабилизированных МПС // Физика. Технологии. Инновации: сборник статей VII Международной молодежной научной конференции, Екатеринбург, 18-22 мая 2020 г.: УрФУ, 2020. - С. 339-346. - Аналог.

30 2. Mahmoud Trad, Alexandre Nomine, Natalie Tarasenko, Jaafar Ghanbaja, Cedric Noel, Malek Tabbal, Thierry Belmonte Synthesis of Ag and Cd nanoparticles by nanosecond-pulsed discharge in liquid nitrogen // Front. Chem. Sci. Eng. <https://doi.org/10.1007/s11705-019-1802-7>. - Найближчий аналог.

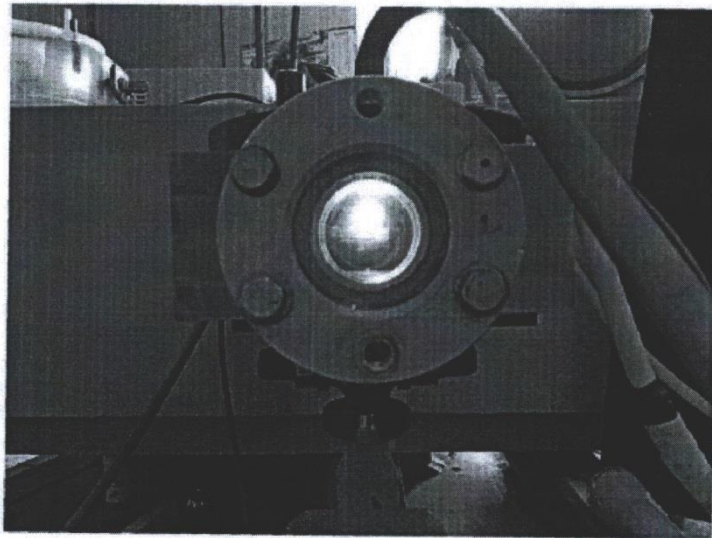
ФОРМУЛА КОРИСНОЇ МОДЕЛІ

35 1. Спосіб синтезу тонких плівок на основі суперіонного провідника Ag₂S, що включає вплив біполярного джерела імпульсів високої напруги наносекундної тривалості, який відрізняється тим, використовують явище вибухової емісії неоднорідностей на поверхні електродів на основі суперіонного провідника Ag₂S у сильному електричному полі, що створює потік парів срібла й сірки, які конденсуються у формі тонкої плівки суперіонного провідника Ag₂S на встановленій поблизу діелектричній підкладці.

40 2. Спосіб за п. 1, який відрізняється тим, що діелектрична підкладка встановлюється на відстані 2-4 см від центра віддалі між електродами, виготовленими із полікристалічного суперіонного провідника Ag₂S.

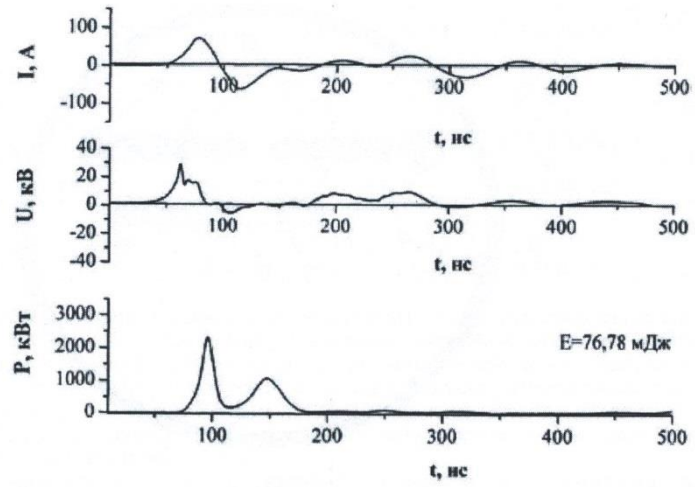


Фиг. 1

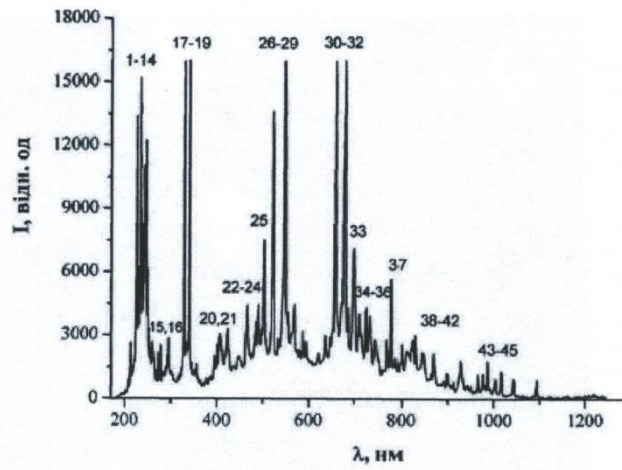


Фиг. 2

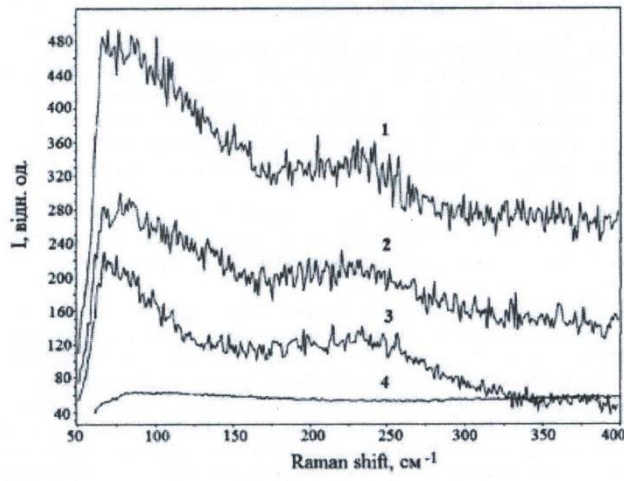
UA 152380 U



Фиг. 3



Фиг. 4



Фіг. 5