

Винахід відноситься до світлотехніки та фізики низькотемпературної плазми. Він може застосовуватися в мікроелектроніці, фотохімії, біотехнологіях і медицині.

Найбільш близькою до запропонованої електророзрядної ексімерної лампи є лампа, яка містить систему електродів, кварцову розрядну трубку та джерело високочастотного живлення і випромінює на молекулі XeCl(B-X) з довжиною хвилі 308нм [1]. Утворення робочого середовища в даній лампі здійснювалося в слабострумовому розряді з частотою 13,56МГц.

Недоліком цієї лампи є використання слабострумової стадії високочастотного розряду, що обмежує вихідні енергетичні характеристики лампи. Це обмежує коло можливих застосувань лампи в медицині та біотехнологіях. Усунення цього недоліку можливо шляхом розробки електророзрядної ексімерної лампи, яка збуджується в сильнострумовому високочастотному розряді низького тиску.

Завданням винаходу є збільшення потужності ультрафіолетового випромінювання низькотемпературної плазми на основі газової суміші ксенону з хлором, яка збуджується в сильнострумовому повздовжньому високочастотному розряді.

Поставлене завдання досягається таким чином, що електророзрядна ексімерна лампа, яка містить систему електродів, розрядну трубку, роздільний конденсатор, джерело високочастотної напруги та робочу газову суміш ксенону з хлором, а для збудження розряду в ній використано сильнострумовий повздовжній високочастотний розряд з оголеними електродами, який запалюється в суміші ксенон/хлор при оптимальному парціальному складі робочого середовища, а саме при значенні парціального тиску хлору рівному 20-40Па, значенні парціального тиску ксенону рівному 600-700Па, при цьому основними робочими хвилями випромінювання лампи є система широких молекулярних смуг, а саме при довжині хвилі 306нм смуга молекули XeCl на (B-X) переході, при довжині хвилі 257нм смуга молекули хлору Cl_2 на (D'-A') переході і при довжині хвилі 236нм смуга збудженої молекули XeCl(D-X) , які в сукупності перекривають спектральний діапазон 220-320нм, а максимальна потужність ультрафіолетового випромінювання складає величину 20Вт.

Перевагами запропонованої електророзрядної ексімерної лампи над прототипом є збільшення потужності ультрафіолетового випромінювання більш ніж на порядок,

На фіг.1 наведена конструкція і система живлення електророзрядної ексімерної лампи. Лампа складається з двох однакових металевих електродів (1) циліндричної форми довжиною 15мм і зовнішнім діаметром 14мм, кварцової розрядної трубки (2) з внутрішнім діаметром 14мм та міжелектродною віддаллю 30мм і роздільного імпульсного конденсатора $C_0=200\text{пФ}$. Розряд в лампі запалювався з допомогою джерела високочастотної напруги (3) з середньою потужністю 250Вт і частотою коливальних 1,76МГц. Високочастотна напруга була модульована по амплітуді низькою частотою рівною 50Гц. Максимальна амплітуда високочастотних коливальних напруги на виході джерела живлення лампи досягала 6кВ. Для виключення постійної складової розрядного струму в робочому електричному колі лампи, подача високочастотної напруги на один з електродів здійснювалася через роздільний конденсатор C_0 з ємністю 200пф. Робочою апертурою лампи була циліндрична бічна поверхня розрядної трубки. Площа робочої апертури лампи складає 13,2см².

Електророзрядна ексімерна лампа працює наступним чином. У вакуумовану до залишкового тиску 10^{-3} Па розрядну трубку (2) напускали суміш ксенону та хлору при оптимальних парціальних тисках. На один з електродів (1) розрядної трубки (2) через роздільний імпульсний конденсатор C_0 необхідно подати високочастотну модульовану напругу з амплітудою 5-6кВ. При цьому в ній запалюється просторово-однорідний розряд циліндричної форми білого кольору. В плазмі на основі суміші ксенону з хлором під дією електронів повздовжнього високочастотного розряду утворюються збуджені атоми хлору та іони Cl^- , Cl^+ . В результаті реакцій $\text{Xe}^* + \text{Cl}_2 \rightarrow \text{XeCl}^* + \text{Cl}$; $\text{Cl}^- + \text{Xe}^+ \rightarrow \text{XeCl}^*$ утворюються в плазмі збуджені молекули хлориду ксенону. За рахунок коливальної релаксації під дією атомів ксенону і молекул хлору збуджені на високо розміщені електронно-коливальні стани молекули хлориду ксенону релаксують у низько розміщені стани. При спонтанному розпаді збуджених молекул хлориду ксенону і хлору випромінюються смуги 236, 257 та 306нм. В результаті незавершеності коливальної релаксації в межах збуджених станів молекули хлору при низькому тиску газового середовища смуги випромінювання є значно потовщеними і перекриваються між собою. В результаті цього формується суцільний континуум в спектральному діапазоні 220-320нм.

Спектр випромінювання електророзрядної ексімерної лампи на суміші ксенону та хлору наведено на фіг.2. Лампа випромінює в спектральному діапазоні 220-320нм широкі смуги молекули хлориду ксенону та хлору з максимумами при 236, 257 і 306нм. Оскільки коливальна релаксація в межах збуджених станів молекули хлору і хлориду ксенону в плазмі повздовжнього високочастотного розряду є незавершеною, тому всі смуги випромінювання хлору перекриваються між собою і формують єдиний континуум. Найбільш яскравою є смуга випромінювання молекули хлориду ксенону з максимумом при 306нм.

На фіг.3,4 представлена залежність яскравості випромінювання смуги 306нм XeCl(B-X) від величини парціального тиску ксенону при $P(\text{Cl}_2)$ рівному 80Па (Фіг.3) та ця ж величина яскравості випромінювання в залежності від парціального тиску хлору при величині $P(\text{Xe})$ рівній 280Па (Фіг.4). Оптимальні значення парціального тиску ксенону знаходяться в діапазоні 600-700 Па, а оптимальна величина парціального тиску хлору складає 20-40Па.

Залежність сумарної потужності ультрафіолетового випромінювання при збільшенні величини електричної потужності на виході джерела живлення лампи в межах 150-250Вт була лінійно зростаючою без ознак насичення.

Часові характеристики струму та випромінювання плазми повздовжнього високочастотного розряду в суміші $P(\text{Xe})/P(\text{Cl}_2)$ дорівнює 160/40 Па представлені на Фіг.5. Величина амплітуди півхвилі струму високочастотного розряду складає 0,8-1,0 А. Максимальна тривалість півхвилі розрядного струму дорівнює 350нс. Випромінювання плазми на субмікросекундному часовому проміжку мало постійну складову, яка була модульована по амплітуді з подвійною частотою повторення високочастотного струму.

Усереднені за період високочастотних коливальних імпульсів струму та випромінювання в цій же суміші наведено на нижній частині Фіг.5. На передньому фронті макроімпульсу випромінювання виявлено три

вузькі короткотривалі максимуми. Цей короткий спалах випромінювання викликаний утворенням стрибків густини електронів, негативних і позитивних іонів на межі "плазма – приелектродний шар" повздовжнього високочастотного розряду [2]. На передньому фронті макроімпульсу випромінювання стрибки параметрів плазми проявлялися в області порогу пробою розрядного проміжку.

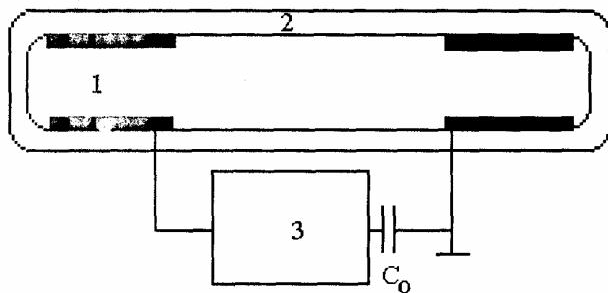
Максимальна потужність випромінювання в спектральному діапазоні 220-320 нм з усієї бічної поверхні лампи досягає 20 Вт при величині електричної потужності джерела живлення повздовжнього високочастотного розряду 150-250 Вт.

Перевагою даного джерела випромінювання є малі розміри робочої апертури, що дозволяє зфокусувати його випромінювання на невеликій площі робочої поверхні, а також те, що близько 80% потужності УФ випромінювання зосереджено на В-Х переході хлориду ксенону. Це дозволяє ефективно застосовувати дану електророзрядну ультрафіолетову ексімерну лампу в фотохімії, біофізиці, екології та медицині.

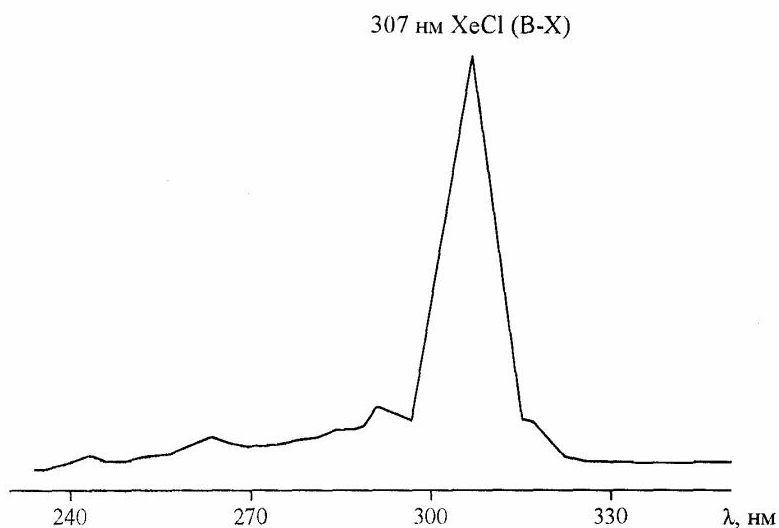
Література:

1. Головицкий А.П. Индуктивный высокочастотный разряд низкого давления в смеси инертных газов и галогенов для экономичных безртутных люминисцентных источников // Письма в ЖТФ. 1998. Т.24. вып.6. С.63-67. (Прототип).

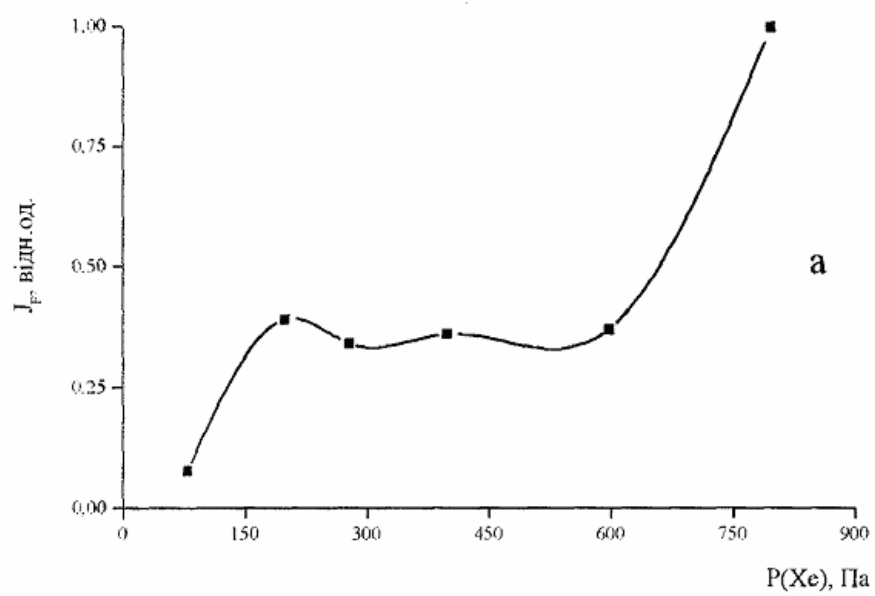
2. Каганович И.Д. Высокочастотный разряд с отрицательными ионами при средних давлениях // Физика плазмы. 1995. Т.21. №5. С.434-441.



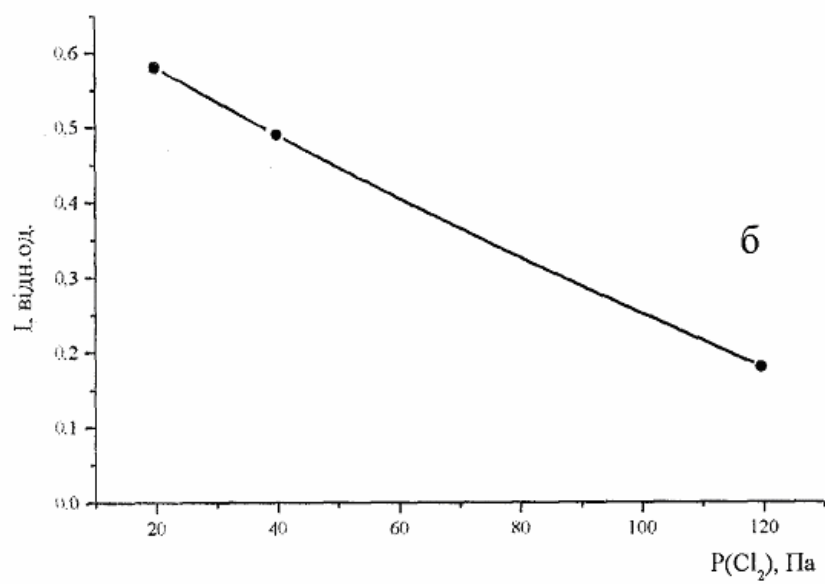
Фіг. 1.



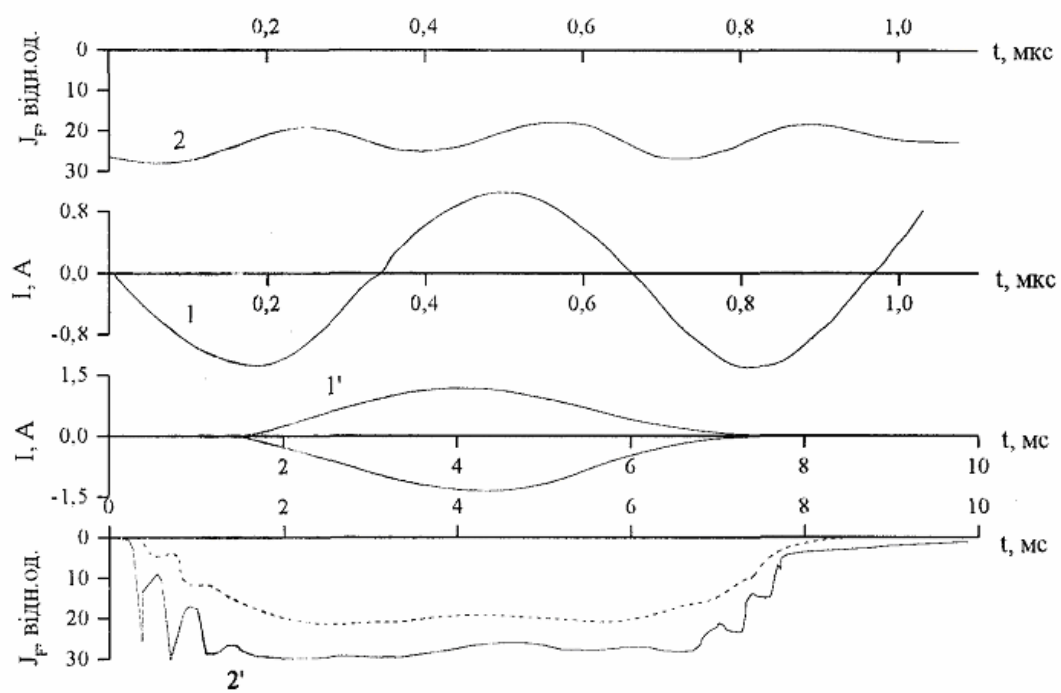
Фіг. 2.



Фиг. 3



Фиг. 4



Фиг. 5