



УКРАЇНА

(19) UA (11) 30345 (13) U
(51) МПК (2006)
G06F 3/153
H04N 5/00

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ
І НАУКИ УКРАЇНИ

ДЕРЖАВНИЙ ДЕПАРТАМЕНТ
ІНТЕЛЕКТУАЛЬНОЇ
ВЛАСНОСТІ

ОПИС ДО ПАТЕНТУ НА КОРИСНУ МОДЕЛЬ

видається під
відповідальність
власника
патенту

(54) СКАНУЮЧИЙ ОПТИЧНИЙ МІКРОСКОП

1

2

(21) u200711481

(22) 16.10.2007

(24) 25.02.2008

(72) ЛЮБИНЕЦЬКА БОГДАНА ІВАНІВНА, UA,
МАТІЄШИН ЮРІЙ МИКОЛАЙОВИЧ, UA,
ШКЛЯРСЬКА ВАЛЕНТИНА ІВАНІВНА, UA,
ШКЛЯРСЬКИЙ ВОЛОДИМИР ІВАНОВИЧ, UA

(73) НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ "ЛЬВІВСЬКА
ПОЛІТЕХНІКА", UA

(56)

(57) Скануючий оптичний мікроскоп, який містить послідовно з'єднані перший відеопідсилювач, проекційну електронно-променеву трубку, об'єктив, за яким встановлено досліджуваний об'єкт, фотоелектронний помножувач, другий відеопідсилювач, а також послідовно з'єднані формувач сигналу розгортки по координаті X, перетворювач напруга-струм по координаті X, котушки відхилення по координаті X та формувач сигналу розгортки по координаті Y, перетворювач напруга-струм по координаті Y, котушки відхилення по координаті Y, який **відрізняється** тим, що додатково містить тактовий генератор, формувач імпульсів гасіння, компаратор, блок визначення координат, блок пам'яті, блок обчислення віддалі, блок обчислення швидкості, блок обчислення часу, блок формування міні-растра, блок регулювання розміру сканувальної плями, котушки зміни розміру сканувальної плями, при цьому перший вихід тактового генератора з'єднаний з першим входом формувача сигналу розгортки по координаті X, першим входом блока регулювання розміру сканувальної плями та першим входом блока обчислення часу, а другий вихід - з першим входом формувача імпульсів гасіння, перший вихід формувача сигналу розгортки по координаті X під'єднаний до входу перетворювача напруга-струм по координаті X,

другий вихід - до першого входу блока визначення координат, третій вихід - до першого входу формувача сигналу відхилення по координаті Y, четвертий вихід до - другого входу формувача імпульсів гасіння, перший вихід формувача сигналу розгортки по координаті Y з'єднаний з входом перетворювача напруга-струм по координаті Y, другий вихід - з другим входом блока визначення координат, третій вихід - з третім входом формувача імпульсів гасіння, першим входом блока формування міні-растра і другим входом блока регулювання розміру сканувальної плями та першим входом блока обчислення віддалі, вихід формувача імпульсів гасіння під'єднаний до входу першого відеопідсилювача, вихід другого відеопідсилювача через компаратор під'єднаний до третього входу блока визначення координат, перший вихід блока визначення координат підімкнений до другого входу блока формування міні-растра і через блок пам'яті підімкнений до другого входу блока обчислення віддалі, вихід якого з'єднаний з першим входом блока обчислення швидкості, другий вихід блока визначення координат з'єднаний з другим входом блока обчислення часу, вихід якого під'єднаний до другого входу блока обчислення швидкості, перший вихід блока формування міні-растра з'єднаний з другим входом формувача сигналу розгортки по координаті X, другий вихід - з третім входом формувача сигналу по координаті X, третій вихід - з другим входом формувача сигналу по координаті Y, четвертий вихід - з третім входом формувача сигналу розгортки по координаті Y, вихід блока регулювання розміру сканувальної плями під'єднано до котушки регулювання розміру, вихід блока обчислення швидкості є виходом скануючого оптичного мікроскопа.

Корисна модель відноситься до систем відображення інформації на електронно-променевих трубках і може бути використана в скануючих оптичних мікроскопах для визначення

швидкості руху мікрооб'єктів, які рухаються з великою змінною швидкістю і непрямолінійно.

Найближчим за технічною суттю до винаходу, що пропонується, є скануючий оптичний мікроскоп [Деклараційний патент України №50162А по кл.

(19) UA (11) 30345 (13) U

G06F3/153, H04N5/00 від 15.10. 2002р], який містить послідовно з'єднані перший відеопідсилювач, проекційну електронно-променеву трубку, об'єktiv, за яким встановлено досліджуваній об'єktiv, фотоелектронний помножувач, другий відеопідсилювач, а також послідовно з'єднані формувач сигналу розгортки по координаті X, перетворювач напруга-струм по координаті X, котушки відхилення по координаті X та формувач сигналу розгортки по координаті Y, перетворювач напруга-струм по координаті Y, котушки відхилення по координаті Y.

Однак, такий скануючий оптичний мікроскоп не дозволяє вимірювати швидкість руху досліджуваного об'єкта, який рухається з великою змінною швидкістю і непрямолінійно.

В основу корисної моделі поставлено завдання створити оптичний мікроскоп, в якому за рахунок введення нових елементів та зв'язків між ними можна забезпечити вимірювання швидкості руху досліджуваного об'єкта, який рухається непрямолінійно і з великою змінною швидкістю.

Поставлена задача вирішується тим, що скануючий оптичний мікроскоп, який містить послідовно з'єднані перший відеопідсилювач, проекційну електронно-променеву трубку, об'єktiv, за яким встановлено досліджуваній об'єktiv, фотоелектронний помножувач, другий відеопідсилювач, а також послідовно з'єднані формувач сигналу розгортки по координаті X, перетворювач напруга-струм по координаті X, котушки відхилення по координаті X та формувач сигналу розгортки по координаті Y, перетворювач напруга-струм по координаті Y, котушки відхилення по координаті Y, згідно з корисною моделлю, додатково містить тактовий генератор, формувач імпульсів гасіння, компаратор, блок визначення координат, блок пам'яті, блок обчислення віддалі, блок обчислення швидкості, блок обчислення часу, блок формування мінірастра, блок регулювання розміру сканувальної плями, котушки зміни розміру сканувальної плями, при цьому перший вихід тактового генератора з'єднаний з першим входом формувача сигналу розгортки по координаті X, першим входом блоку регулювання розміру сканувальної плями та першим входом блоку обчислення часу, а другий вихід - з першим входом формувача імпульсів гасіння, перший вихід формувача сигналу розгортки по координаті X під'єднаний до входу перетворювача напруга-струм по координаті X, другий вихід - до першого входу блоку визначення координат, третій вихід - до першого входу формувача сигналу відхилення по координаті Y, четвертий вихід до - другого входу формувача імпульсів гасіння, перший вихід формувача сигналу розгортки по координаті Y з'єднаний з входом перетворювача напруга-струм по координаті Y, другий вихід - з другим входом блоку визначення координат, третій вихід - з третім входом формувача імпульсів гасіння, першим входом блоку формування мінірастра і другим входом блоку регулювання розміру сканувальної плями та першим входом блоку обчислення віддалі, вихід формувача імпульсів

гасіння під'єднаний до входу першого відеопідсилювача, вихід другого відеопідсилювача через компаратор під'єднаний до третього входу блоку визначення координат, перший вихід блоку визначення координат під'єднаний до другого входу блоку формування мінірастра і через блок пам'яті під'єднаний до другого входу блоку обчислення віддалі, вихід якого з'єднаний з першим входом блоку обчислення швидкості, другий вихід блоку визначення координат з'єднаний з другим входом блоку обчислення часу, вихід якого під'єднаний до другого входу блоку обчислення швидкості, перший вихід блоку формування мінірастра з'єднаний з другим входом формувача сигналу розгортки по координаті X, другий вихід - з третім входом формувача сигналу по координаті X, третій вихід - з другим входом формувача сигналу по координаті Y, четвертий вихід - з третім входом формувача сигналу розгортки по координаті Y, вихід блоку регулювання розміру сканувальної плями під'єднано до котушки регулювання розміру, вихід блоку обчислення швидкості є виходом скануючого оптичного мікроскопа.

Введення додаткових елементів та зв'язків забезпечить вимірювання швидкості руху досліджуваного об'єкта, який рухається непрямо лінійно та з великою змінною швидкістю.

Корисна модель пояснюється структурною схемою скануючого оптичного мікроскопа, наведеною на Фіг.

Скануючий оптичний мікроскоп містить проекційну електронно-променеву трубку 1, об'єktiv 2, досліджуваній об'єktiv 3, перший відеопідсилювач 4, фотоелектронний помножувач 5, другий відеопідсилювач 6, тактовий генератор 7, формувач імпульсів гасіння 8, формувач сигналу розгортки по координаті X 9, перетворювач напруга-струм по координаті X 10, котушки відхилення по координаті X 11, формувач сигналу розгортки по координаті Y 12, перетворювач напруга-струм по координаті Y 13, котушки відхилення по координаті Y 14, компаратор 15, блок визначення координат 16, блок пам'яті 17, блок обчислення віддалі 18, блок обчислення часу переміщення 19, блок обчислення швидкості руху досліджуваного об'єкта 20, блок формування мінірастра 21, блок регулювання розміру сканувальної плями 22, котушки регулювання розміру сканувальної плями 23. Перший вихід тактового генератора 7 з'єднаний з першим входом блоку регулювання розміру сканувальної плями 22, першим входом формувача сигналу розгортки по координаті X 9 та першим входом блоку обчислення часу 19, другий вихід тактового генератора 7 з'єднаний з першим входом формувача імпульсів гасіння 8. Перший вихід формувача сигналу розгортки по координаті X 9 з'єднаний з входом перетворювача напруга-струм по координаті X 10, другий вихід - з першим входом блоку визначення координат 16 досліджуваного об'єкта, третій вихід - з входом формувача сигналу розгортки по координаті Y 12, четвертий вихід - з другим входом формувача імпульсів гасіння 8. Перший вихід формувача

сигналу розгортки по координаті Y 12 з'єднаний з входом перетворювача напруга-струм по координаті Y 13, другий вихід - з другим входом блоку визначення координат 16 досліджуваного об'єкта, третій вихід - з третім входом формувача імпульсів гасіння 8, першим входом блоку формування мінірастра 21, першим входом обчислення віддалі 18 та другим входом блоку регулювання розміру сканувальної плями 22. Вихід другого відеопідсилювача 6 через компаратор 15 підімкнений до третього входу блоку визначення координат 16. Перший вихід блоку визначення координат 16 з'єднаний з другим входом блоку формування мінірастра 21 і через блок пам'яті 17 з другим входом блоку обчислення віддалі 18, вихід якого з'єднаний з першим входом блоку обчислення швидкості 20. Другий вихід блоку визначення координат 16 з'єднаний з другим входом блоку обчислення часу 19, вихід якого під'єднаний до другого входу блоку обчислення швидкості 20, вихід якого є виходом скануючого оптичного мікроскопа. Вихід блоку регулювання розміру сканувальної плями 22 підімкнений до котушки регулювання розміру 23. Перший вихід блоку формування мінірастра 21 з'єднаний з другим входом блоку формування сигналу розгортки по координаті X 9, другий вихід - з третім входом блоку формування сигналу розгортки по координаті X 9, третій вихід - з другим входом блоку формування сигналу розгортки по координаті Y 12, четвертий вихід - з третім входом блоку формування сигналу розгортки по координаті Y 12.

Скануючий оптичний мікроскоп працює наступним чином.

Тактовий генератор 7 формує на першому виході імпульси, період яких дорівнює тривалості виводу одного елемента сканувального растра на прямому ході розгортки. Ця тривалість складається з часу переміщення сканувальної плями з одного положення в інше та часу фіксованого положення плями, під час якого пляма світиться. На другому виході тактового генератора 7 формуються імпульси гасіння, тривалість яких дорівнює тривалості переміщення сканувальної плями.

Формувач сигналу розгортки по координаті X 9 формує на першому виході сходячато - наростаючу напругу, яка відповідає відхиленню сканувальної плями по рядку, на другому виході - паралельний двійковий код, який відповідає миттєвому значенню положення сканувальної плями в рядку, на третьому виході - імпульс закінчення розгортки по координаті X і початку зворотного ходу по рядку, на четвертому виході - імпульс гасіння сканувальної плями під час зворотного ходу по рядку. Перетворювач напруга-струм по координаті X 10 формує з великою точністю струм відхилення в котушках відхилення по координаті X 11, який відповідає сходячато - наростаючому сигналу на першому виході формувача сигналу розгортки по координаті X 9. Формувач сигналу розгортки по координаті Y 12 формує на першому виході сходячато - наростаючу напругу, яка відповідає відхиленню

сканувальної плями по кадру, на другому виході - паралельний двійковий код, який відповідає миттєвому значенню положення сканувальної плями по кадру, на третьому виході - імпульс гасіння сканувальної плями під час зворотного ходу по кадру. Перетворювач напруга-струм по координаті Y 13 формує з великою точністю струм відхилення в котушках відхилення по координаті Y 14, який відповідає сходячато - наростаючому сигналу на першому виході формувача сигналу розгортки по координаті Y 12. На виході формувача імпульсів гасіння 8 формується імпульс, тривалість якого дорівнює тривалості найдовшого перехідного процесу при переміщенні сканувальної плями по екрану проекційної електронно-променевої трубки. Перший відеопідсилювач 4 сумує імпульси гасіння з постійним зміщенням, підсилює їх, після чого вони подаються на керуючий електрод проекційної електронно-променевої трубки 1, забезпечуючи необхідну яскравість свічення екрану трубки. Світний сигнал з екрану проекційної електронно-променевої трубки 1 через об'єктив 2 проєктується на досліджуваний об'єкт 3. Сигнал від досліджуваного об'єкта 3 поступає на вхід фотоелектронного помножувача 5, на виході якого формується електричний сигнал, миттєве значення якого пропорційне яскравості елемента досліджуваного об'єкта 3. Цей сигнал підсилюється до нормованої величини другим відеопідсилювачем 6 і подається на вхід компаратора 15. Якщо рівень вихідного сигналу другого відеопідсилювача 6 перевищує рівень спрацювання компаратора 15, то на його виході з'явиться імпульс, який подається на третій вхід блоку визначення координат і фіксує миттєві значення координат досліджуваного об'єкта, які подаються на перший та другий входи блоку визначення координат 16. Блок визначення координат 16 обчислює координати центру досліджуваного об'єкта 3 і подає команду запису по першому виходу їх в блок пам'яті 17 та другому виходу команду на другий вхід блоку обчислення часу 19. Блок обчислення часу 19 визначає час між двома появами координат центру досліджуваного об'єкта 3. При першому скануванні досліджуваного об'єкта 3 на екрані проекційної електронно-променевої трубки формується повноформатний растр з кроком розгортки, кратно збільшеним відносно мінімального і відповідним збільшенням розміру сканувальної плями. Менша кількість кроків сканування у першому повноформатному растрі дозволяє зменшити час сканування і, відповідно, виявляти досліджувані об'єкти, які рухаються з більшою швидкістю. Кожне наступне сканування досліджуваного об'єкта 3 здійснюється мінірастром з максимальною роздільною здатністю, тобто сканувальна пляма має мінімально можливий розмір. Це дозволяє виміряти швидкість руху досліджуваних об'єктів 3, які рухаються з великою змінною швидкістю і непрямолінійно.

Після закінчення кожного сканування код центру досліджуваного об'єкта 3 з виходу блоку визначення координат 16 поступає на другий вхід

блоку формування мінірастра 21. Розмір мінірастра є значно меншим розміру повноформатного растра. Центр формованого нового мінірастра співпадає з центром досліджуваного об'єкта 3 при попередньому скануванні. На першому виході блок формування мінірастра формує код початку розгортки по координаті X, на другому виході - код кінця розгортки по координаті X, на третьому виході - код початку розгортки по координаті Y, на четвертому виході - код кінця розгортки по координаті Y. Таким чином, кожний наступний сканувальний растр має розміри, які визначаються кодами, що поступають з блоку формування мінірастра 21. Співпадіння коду центра мінірастра з центром досліджуваного об'єкта 3 при попередньому скануванні дозволяє відслідковувати положення досліджуваного об'єкта 3. Значно менші розміри мінірастра у порівнянні з повноформатним растром дозволяють визначати швидкість руху досліджуваного об'єкта, який рухається з великою швидкістю. Якщо повноформатний растр максимальної роздільної здатності складається з 1024×1024 елементів розкладу зображення, а повноформатний растр із збільшеним діаметром сканувальної плями і зменшеним кроком сканування з 256×256 елементів розкладу зображення, то він дозволяє виявити досліджувані об'єкти, які рухаються зі швидкістю, яка в 16 разів перевищує швидкість руху об'єкта при скануванні повноформатним растром максимальної роздільної здатності. Використання мінірастра, який складається з 64×64 елементів максимальної роздільної здатності дозволить досліджувати об'єкти, які рухаються із швидкістю, яка в 256 разів перевищує швидкість об'єкта, який сканується повноформатним растром максимальної роздільної здатності і в 16 разів - при скануванні повноформатним растром зменшеної роздільної здатності.

Визначення швидкості руху досліджуваного об'єкта 3 здійснюється наступним чином. Блок обчислення часу 19 визначає час між двома появами координат центру досліджуваного об'єкта 3 в двох послідовних кадрах сканування і у вигляді паралельного двійкового коду подає його на другий вхід блоку обчислення швидкості 20. Блок обчислення віддалі 18 за командою з блоку формування сигналу розгортки по координаті Y 12 вибирає з блоку пам'яті 17 коди двох послідовних останніх значень кодів місцезнаходження центру досліджуваного об'єкта 3 і визначає віддаль, на яку перемістився об'єкт, яка у вигляді паралельного двійкового коду поступає на блок обчислення швидкості 20, який і визначає миттєве значення швидкості руху об'єкта між двома послідовними скануваннями мінірастром. Значення цієї швидкості поступає на вихід сканувального оптичного мікроскопа у вигляді паралельного двійкового коду, який надалі використовується для необхідної обробки при вивченні руху досліджуваного об'єкта 3.

Перше сканування досліджуваного об'єкта 3 здійснюється повноформатним растром зі

збільшеним кроком сканування і, відповідно, збільшеним діаметром сканувальної плями. Це дозволяє виявити об'єкти, які рухаються з більшою швидкістю у порівнянні з режимом, коли перше сканування здійснюється повноформатним растром з мінімальним кроком сканування. Якщо повноформатний растр з мінімальним кроком сканування складається з 1024×1024 елементів розкладу зображення, розмір сканувального растра в площині досліджуваного об'єкта $1,024 \times 1,024$ (крок сканування $1 \mu\text{м}$), час виводу одного елемента сканувального растра $1 \mu\text{кс}$, час зворотного ходу по будь-якій швидкості $50 \mu\text{кс}$, то максимальна швидкість досліджуваного об'єкта, який ще можна виявити, становить $237 \mu\text{м/с}$.

Якщо повноформатний растр із збільшеним кроком сканування складається із 512×512 елементів розкладу зображення, то максимальна швидкість об'єкта, який ще можна виявити, становить $948 \mu\text{м/сек}$. Всі наступні сканування здійснюються мінірастром з максимальною роздільною здатністю.

Якщо мінірастр складається з 64×64 елементів розкладу зображення, то максимальна швидкість руху об'єкта, яку можна виміряти з великою точністю (коли об'єкт переміщується на віддаль, що відповідає переміщенню в сусідню адресовану точку по будь-якій координаті), становить $233 \mu\text{м/с}$, а виявити мікрооб'єкти, які між двома скануваннями переміщуються на віддаль, яка дорівнює $0,25$ розміру сканувального мінірастра, становить $3728 \mu\text{м/с}$.

