



УКРАЇНА

(19) UA (11) 30342 (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) u200711465

(22) 16.10.2007

(24) 25.02.2008

(72) ШКЛЯРСЬКИЙ ВОЛОДИМИР ІВАНОВИЧ, UA,  
ГОЙ ВІТАЛІЙ МИКОЛАЙОВИЧ, UA, МАТІЄШИН  
ЮРІЙ МИКОЛАЙОВИЧ, UA, ПРУДИУС ІВАН  
НИКИФОРОВИЧ, 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 та блок закінчення сканування, при цьому перший вихід тактового генератора з'єднаний з першим входом блока формувача сигналу розгортки по координаті X 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 обчислення координат, третій вихід -

до першого входу формувача сигналу розгортки 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 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, третій вихід блока визначення координат з'єднаний з входом блока закінчення сканування, вихід якого з'єднаний з четвертим входом блока формування сигналу розгортки по координаті X та четвертим входом блока формування сигналу розгортки по координаті Y, 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 обчислення швидкості є виходом скануючого оптичного мікроскопа.

Корисна модель 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 корисної моделі, що пропонується, є скануючий оптичний мікроскоп [Деклараційний патент України №50162A по кл. G06F3/153, H04N5/00 від 15.10.2002р.], який містить послідовно з'єднані перший відеопідсилювач, проекційну електронно-

(19) UA (11) 30342 (13) U

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.

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'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, 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 та блок закінчення сканування, при цьому перший вихід тактового генератора з'єднаний з першим входом блоку формувача сигналу розгортки по координаті X 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 обчислення координат, третій вихід - до першого входу формувача сигналу розгортки 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 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 підімкнений до другого входу блоку формування мінірастра і через блок пам'яті підімкнений 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, третій вихід блоку визначення координат з'єднаний з входом блоку закінчення сканування, вихід якого з'єднаний з четвертим входом блоку формування сигналу розгортки по координаті X та четвертим входом блоку формування сигналу розгортки по координаті Y, перший вихід блоку формування 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 обчислення швидкості є виходом скануючого оптичного мікроскопа.

Введення додаткових елементів та зв'язків забезпечить вимірювання швидкості руху досліджуваного об'єкта, який рухається зі змінною швидкістю та непрямолінійно.

Корисна модель пояснюється структурною схемою скануючого оптичного мікроскопа, наведеною на Фіг.1.

Скануючий оптичний мікроскоп містить проекційну електронно-променеву трубку 1, об'єктив 2, досліджуваний об'єкт 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 закінчення сканування 22. Перший вихід тактового генератора 7 з'єднаний з першим входом формувача сигналу розгортки по координаті X 9 та першим входом блоку обчислення часу 19, другий вихід - 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 першим 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, третій вихід - з третім входом формувача імпульсів гасіння 8, першим входом блоку формувача мінірастра 21 та першим входом блоку обчислення віддалі 18. 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 та через блок пам'яті 17 - з другим входом 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 часу 20. Третій вихід блоку визначення координат з'єднаний з входом блоку закінчення сканування 22, вихід якого з'єднаний з четвертим входом блоку формування сигналу відхилення по координаті X 9 та четвертим входом блоку формування сигналу відхилення по координаті Y 12. 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. Вихід блоку обчислення швидкості є виходом скануючого оптичного мікроскопа.

Скануючий оптичний мікроскоп працює наступним чином.

Тактовий генератор 7 формує на першому виході імпульси, період яких дорівнює тривалості виводу одного елемента сканувального растра при переміщенні сканувальної плями в сусідню адресовану точку на прямому ході рядкової 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 в сусідню адресовану точку по координаті X.

Формувач сигналу розгортки по координаті X 9 формує на першому виході сходячато-наростаючу напругу, яка відповідає відхиленню сканувальної плями по координаті X, 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 формування 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 координаті Y, на другому виході - паралельний двійковий код, який відповідає миттєвому значенню положення сканувальної плями по координаті Y, на третьому виході - імпульс закінчення розгортки по

координаті Y і початку зворотного ходу по кадру, на четвертому виході - імпульс гасіння сканувальної плями по координаті Y. Перетворювач напруга-струм по координаті Y 12 формує з великою точністю струм відхилення в котушках відхилення по координаті Y 14, який відповідає сходячато-наростаючому сигналу на першому виході формування сигналу розгортки по координаті Y 12. На виході формування імпульсів гасіння 8 формуються імпульси, тривалість яких дорівнює тривалості найдовшого перехідного процесу при переміщенні сканувальної плями по екрану проекційної електронно-променевої трубки 1. Перший відеопідсилювач 4 сумує імпульси гасіння з постійним зміщенням, підсилює їх, після чого вони подаються на керуючий електрод проекційної електронно-променевої трубки 1.

Світний сигнал з екрана проекційної електронно-променевої трубки 1 через об'єктив 2 проектується 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 спрацьовування компаратора 15, то на його виході з'являється імпульс, який подається на третій вхід блоку визначення координат 16 і фіксує в нього миттєві значення кодів розгортки по координатах X та Y, які поступають на перший та другий входи блоку визначення координат 16 від формування сигналу розгортки по координаті X 9 та сигналу розгортки по координаті Y 12. Блок визначення координат 16 обчислює координати центру досліджуваного об'єкта 3 і подає команду по першому виходу для запису їх в блок пам'яті 17 та блок формування мінірастра 21. По другому виходу блок визначення координат 16 подає команду на другий вхід блоку обчислення часу 19. По третьому виходу блок визначення координат 16 подає команду на вхід блоку закінчення сканування 22. Блок обчислення часу 19 визначає час між двома появами координат центру досліджуваного об'єкта 3 в двох послідовних кадрах сканування досліджуваного об'єкта 3. Блок обчислення віддалі 18 за командою з блоку формування сигналу розгортки по координаті Y 12 з блоку пам'яті 17 вибирає координати двох останніх послідовних значень кодів місцезнаходження центру досліджуваного об'єкта 3 і визначає віддаль, на яку він перемістився. Обчислена віддаль у вигляді паралельного двійкового коду поступає на перший вхід блоку обчислення швидкості 20, який визначає миттєве значення швидкості руху об'єкта 3 між двома послідовними скануваннями. Значення цієї швидкості подається на вихід скануючого 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. При виявленні координат центру досліджуваного об'єкта 3 сканування повноформатного растра припиняється за командою у вигляді імпульсу, який поступає з блоку закінчення сканування 22. Початок цього імпульсу співпадає з сигналом, що поступає на вхід блоку закінчення сканування 22. Тривалість вихідного імпульсу дорівнює часу, необхідному для виконання всіх операцій по обчисленню миттєвої швидкості руху досліджуваного об'єкта. Всі наступні сканування здійснюються мінірастром, розміри якого значно менші від розміру повноформатного растра. Центр формованого нового мінірастра співпадає з центром досліджуваного об'єкта 3 при попередньому скануванні. Для забезпечення такого режиму блок формування мінірастра 21 на своєму першому виході формує код початку розгортки по координаті X, який поступає на другий вхід формувача сигналу по координаті 9, на другому виході - код кінця розгортки по координаті X, який поступає на третій вхід формувача сигналу розгортки по координаті X 9, на третьому виході - код початку розгортки по координаті Y, який поступає на другий вхід формувача сигналу розгортки по координаті Y 12, на четвертому виході - код кінця розгортки по координаті Y, який поступає на третій вхід формувача сигналу розгортки по координаті Y 12. Сформовані коди імпульсом з виходу блоку закінчення сканування 22 записуються у формувачі сигналу розгортки по координаті X 9 та сигналу розгортки по координаті Y 12. Зупинка формування мінірастра здійснюється аналогічно зупинці формування повноформатного растра. Припинення сканування досліджуваного об'єкта 3 при визначенні його центру зменшує час, необхідний для проведення вимірів. Це дозволить підвищити точність вимірювання швидкості руху досліджуваного об'єкта 3, який рухається з великою змінною швидкістю і непрямолінійно. При русі досліджуваного об'єкта зі змінною швидкістю та непрямолінійно достовірну інформацію про зміну величини та напрямку швидкості можна отримати, якщо об'єкт при двох послідовних скануваннях переміститься на віддаля, яка відповідає переміщенню в сусідню адресовану точку по будь-якій координаті. Якщо повноформатний растр складається з  $1024 \times 1024$  елементів розкладу зображення, розмір сканувального растра в площині досліджуваного об'єкта  $1,024 \times 1,024$  (крок розгортки в площині об'єкта  $1 \text{ мкм}$ ), час виводу одного елемента сканувального растра  $1 \text{ мкс}$ , а час зворотного ходу по будь-якій координаті  $50 \text{ мкс}$ , то максимальна швидкість досліджуваного об'єкта при скануванні двома повноформатними растрами становить  $0,926 \text{ мкм/с}$ . Якщо мінірастр складається з  $64 \times 64$  елементів розкладу зображення, час переміщення в сусідню адресовану  $1 \text{ мкс}$ , час зворотного ходу по будь-якій координаті не перевищує  $3 \text{ мкс}$  і сканування растра припиняється при визначенні координат центру досліджуваного об'єкта (це означає, що сканування практично припиняється, коли сформовано половину

повноформатного растра чи мінірастра), то максимальна швидкість руху досліджуваного об'єкта при скануванні двома мінірастрами становитиме  $466 \text{ мкм/с}$ , що практично в 500 разів перевищує максимальну швидкість руху досліджуваного об'єкта, яку можна визначити при скануванні його повноформатним растром.

