

Винахід відноситься до засобів контролю і ідентифікації оптичних міток (ОМ) на оптично захищених спеціальних видах друкованої продукції та інших об'єктах, що потребують захисту від підробки. Зокрема, винахід може бути використаний при побудові пристроїв для ідентифікації (ПІ) цінних паперів і документів, які, з метою захисту їх від підробки, містять ОМ з фазовими масками (ФМ).

Відомий ПІ [1] оптично захищених документів (кредитних карток), який складається з послідовно розміщених на одній оптичній осі джерела лазерного випромінювання (ДЛВ), колімаційної лінзи, затвора, напроти якого розміщена кредитна картка з нанесеною ОМ у вигляді ФМ і в одній площині з нею, перпендикулярно до оптичної осі пристрою, просторово-часового модулятора світла (ПЧМС), фур'є-об'єктива, відеокамери, на фоточутливій матриці якої (матриця на основі приладу з зарядовим зв'язком - ПЗЗ-матриця) послідовно в часі формуються зображення спільного фур'є-спектру (опорної ФМ та ОМ) і кореляційні піки. Причому ПЧМС через перший перемикач з'єднаний з виходом опорної ФМ та виходом блока бінаризації, на якому під час процесу ідентифікації послідовно в часі записуються опорна ФМ і бінаризований сигнал спільного енергетичного спектру, а відеокамера через другий перемикач з'єднана з входом блока бінаризації та входом блока верифікації, який здійснює ідентифікацію введеної ОМ.

Недоліком цього пристрою є низька швидкість процесу ідентифікації, що зумовлена необхідністю проведення операції бінаризації і переадресації, та низький рівень захисту, оскільки формується один кореляційний пік.

Відомий ПІ [2] оптично захищених документів та інших об'єктів, який складається з послідовно розміщених на одній оптичній осі ДЛВ, кредитної картки або іншого об'єкта з нанесеною ОМ у вигляді ФМ і ПЧМС, які розміщені в одній площині, що перпендикулярна до оптичної осі пристрою, причому ПЧМС з'єднаний з виходом персонального комп'ютера (ПК) (під час ідентифікації на ньому записується опорна ФМ) фур'є-об'єктива та відеокамери, на ПЗЗ-матриці якої формуються кореляційні піки. Вихід відеокамери підключений до входу ПК, де відбувається ідентифікація введеної оптичної мітки за певним алгоритмом.

Недоліком цього пристрою є низька швидкість процесу ідентифікації, що зумовлено необхідністю проведення довготривалих операцій запису зображення опорної ФМ на ПЧМС, аналого-цифрового перетворення відеосигналу та зворотного цифрового фур'є-перетворення, а також низький рівень захисту і завадостійкості, оскільки формується один кореляційний пік.

Відомий ПІ кредитних карток на основі архітектури корелятора спільного фур'є-перетворення [3], який складається з послідовно розміщених на одній оптичній осі лазерного діода, коліматора, касети, в якій жорстко закріплена до спеціального тримача еталонна ФМ, а трансформована ФМ, що прикріплена до кредитної картки, вводиться в касету за допомогою спеціального пазу, який розміщений в площині еталонної ФМ, фур'є-об'єктива, відеокамери, на ПЗЗ-матриці якої формуються спільний фур'є-спектр, причому вихід відеокамери з'єднаний з входом фрейм-граббера, який здійснює захоплення зображення, а вихід фрейм-граббера з'єднаний з входом ПК, де відбувається швидке фур'є-перетворення, порівнюється ідентифікаційний і еталонний вектори ознак, та приймається рішення про автентичність або не автентичність ОМ. За цим рішенням виробляється відповідний сигнал ідентифікації, який з'являється на дисплеї, що підключений до виходу ПК.

Проте цей пристрій має ряд недоліків, зокрема, низьку швидкість, що викликана необхідністю проводити аналого-цифрове перетворення відеосигналу, і двомірне цифрове фур'є-перетворення.

Відома оптико-цифрова система ідентифікації фазових масок на основі архітектури корелятора спільного фур'є-перетворення, яка складається з послідовно розміщених на одній оптичній осі лазерного діода, коліматора, еталонної і трансформованої ФМ, які розташовані в одній площині, що перпендикулярна до оптичної осі, на деякій фіксованій відстані одна від другої, фур'є-об'єктива, розсіювальної лінзи, відеокамери, яка з'єднана з входом фрейм-граббера та на ПЗЗ-матриці якої формується інтерференційна картина спільного енергетичного спектру, причому вихід фрейм-граббера з'єднаний з входом ПК, де відбувається операції швидкого фур'є-перетворення і фільтрації вихідного сигналу та здійснюється процедура ідентифікації автентичності трансформованих ФМ [4].

Недоліком цієї системи є низька швидкість процесу ідентифікації, що зумовлена необхідністю проведення операцій аналого-цифрового перетворення зареєстрованого відеокамерою зображення спільного енергетичного спектру еталонної і трансформованої ФМ фільтрації введеного сигналу та двомірного цифрового зворотного фур'є-перетворення.

Найбільш близьким технічним рішенням до запропонованого пристрою є експериментальна установка для верифікації трансформованих ФМ [5], яка складається з двох ДЛВ, одне з яких розташоване на одній оптичній осі з першим затвором, першим коліматором, трансформованою і еталонною ФМ, центри яких зміщені в площині перпендикулярній зазначеній оптичній осі, першим фур'є-об'єктивом, півпрозорим дзеркалом, яке розміщено під кутом 45° до оптичної осі, ПЧМС, який додатково освітлюється галогенною лампою, світло від якої падає на ПЧМС під деяким кутом та проходить через другий затвор і перший поляризатор, другим фур'є-об'єктивом, другим поляризатором та відеокамерою, вихід якої одночасно підключений до входу монітора і входу ПК, причому на ПЗЗ-матриці відеокамери формуються кореляційні піки, а друге ДЛВ через другий коліматор освітлює друге дзеркало, яке розміщено під кутом 45° до оптичної осі другого ДЛВ та направляє розширений пучок лазерного випромінювання на півпрозоре дзеркало.

Недоліками цієї установки є використання двох різних ДЛВ, світло від яких по черзі через затвори потрапляє в оптичну схему установки, а також необхідність проведення операції затирання картини, яка записується на ПЧМС, поляризованим світлом, що призводить до збільшення часу верифікації. Крім того, в даній установці неефективно використовується світло від обидвох ДЛВ, оскільки на півпрозорому дзеркалі, яке є ще й джерелом додаткових фазових спотворень та оптичних шумів, втрачається щонайменше половина потужності випромінювання ДЛВ, що призводить до збільшення енергоспоживання установки в цілому.

Метою даного винаходу є підвищення швидкості процесу ідентифікації ОМ у вигляді трансформованих ФМ за рахунок одночасного запису та читування спільного фур'є-спектра від еталонної ФМ і ОМ та формування кореляційних піків, які є ідентифікаційними ознаками ОМ.

Поставлення мета досягається тим, що в експериментальну установку, яка складається з послідовно розміщених на одній оптичній осі ДЛВ, коліматора, еталонної і трансформованої ФМ, центри яких зміщені в площині перпендикулярній до оптичної осі, першого фур'є-об'єктива, ПЧМС, другого фур'є-об'єктива, поляризатора, відеокамери, вихід якої підключено на другий вхід ПК, додатково введено касету для фіксації положення оптичних елементів, фотоприймач вихід якого з'єднаний з першим входом ПК, анізотропну півхвильову пластину, яка знаходиться в одній площині з еталонною та трансформованою ФМ і розташована симетрично між ними, розсіювальну лінзу яка розміщена після анізотропної півхвильової пластини, причому перший і другий виходи ПК з'єднані відповідно з входами ПЧМС, та відеокамери. При таких змінах оптичної схеми зникає потреба у другому ДЛВ, півпрозорому і поворотному дзеркалах, затворах і галогенній лампі [5].

Крім того, запропонована касета відрізняється тим, що виготовлена з оптично непрозорого матеріалу і містить отвори, в яких розташовані опорна ФМ, анізотропна півхвильова пластинка з розсіювальною лінзою та фотоприймач. Ця касета також має напрямні для введення об'єкта захисту з нанесеною ОМ у вигляді трансформованої ФМ, причому при введенні об'єкта захисту його непрозора частина перекриває світло, яке попадає на фотоприймач від ДЛВ.

Крім того пристрій відрізняється тим, що анізотропна півхвильова пластинка повертає площину поляризації лазерного променя на кут 90° , а розсіювальна лінза розміщена між анізотропною півхвильовою фазовою пластинкою і першим фур'є-об'єктивом, причому її передній уявний фокус співпадає з переднім фокусом першого фур'є-об'єктива.

Відомий ПІ кредитних карток, у якому використовують касету з пазом для введення та фіксації положення кредитної картки і тримач для еталонної ФМ [3]. Проте, на відміну від відомої касети, у запропонованому винаході введена касета містить додаткові отвори, в яких розміщують анізотропну півхвильову пластинку з розсіювальною лінзою та фотоприймач. Запропонована касета, крім взаємної механічної фіксації положення об'єкта контролю і опорної фазової маски, додатково фіксує взаємне положення введених оптичних елементів, розміщення яких є суттєве для роботи запропонованого винаходу. Крім того, розміщений у касеті фотоприймач ініціює процес ідентифікації після введення об'єкта захисту (кредитної картки) в ПІ. Таким чином, використання цієї касети приводить до появи якісно нової властивості в запропонованому пристрої, що відповідає критерію суттєвої відмінності.

Відома система ідентифікації фазових масок [4], у якій використовують розсіювальну лінзу, що розміщена перед відеокамерою. На відміну від запропонованого винаходу, в цій системі розсіювальна лінза використовується для зменшення габаритів системи за рахунок зміни масштабу зображення інтерференційної картини, що проектується на ПЗЗ-матрицю. В запропонованому пристрої розсіювальну лінзу використано для формування разом з першим фур'є-об'єктивом паралельного зчитувального світла від ДЛВ, тобто лінза має інше функціональне призначення. Тому її використання приводить до якісно нової властивості в запропонованому пристрої, що відповідає критерію суттєвої відмінності.

Не виявлено ні одного технічного рішення, яке б мало сукупність ознак, що відрізняють запропонований винахід або подібних з ним ознак, і мало б з огляду на це властивості, які має запропонований пристрій. Разом з тим, відомі технічні рішення, що широко використовуються у ряді оптичних пристроїв [6] і містять окремі ознаки, які аналогічні ознакам, що відрізняють запропонований пристрій від прототипу, наприклад, анізотропну півхвильову пластинку. Однак, у запропонованому винаході виникають властивості, що не співпадають з властивостями відомих пристроїв, які частково містять ці ознаки, завдяки новому розміщенню ознак та новим функціональним зв'язкам між ними. На підставі цього можна зробити висновок, що запропонований пристрій відповідає критерію суттєвої відмінності.

Позитивний ефект від використання запропонованого технічного рішення отримано завдяки введенню у ПІ анізотропної півхвильової пластини та розсіювальної лінзи, що дозволяє зчитувати корисний сигнал (кореляційні піки) одночасно з записуванням на ПЧМС спільного фур'є-спектра від ФМ, і таким чином збільшує швидкість пристрою. Разом з тим, введення анізотропної півхвильової пластини та розсіювальної лінзи дозволяє ефективніше використовувати випромінювання ДЛВ.

Технічна сутність і принцип дії запропонованого ПІ ОМ пояснюється рисунками.

На Фіг.1 зображено схему ПІ ОМ.

На Фіг.2 зображено касету пристрою з розміщеними у ній оптичними елементами.

На Фіг.3 зображено блок-схему алгоритму функціонування ПІ ОМ.

На Фіг.1 зображено схему запропонованого ПІ ОМ, що складається з:

1 - ДЛВ; 2 - коліматора; 3 - касети; 4 - трансформованої ФМ; 5 - еталонної ФМ; 6 - фотоприймача; 7 - анізотропної півхвильової пластини; 8 - розсіювальної лінзи; 9 - першого фур'є-об'єктива; 10 - ПЧМС; 11 - поляризатора; 12 - другого фур'є-об'єктива; 13 - відеокамери; 14 - ПК.

Запропонована касета 3, що зображена на Фіг.2, фіксує взаємне положення еталонної ФМ 5, трансформованої ФМ 4, фотоприймача 6, анізотропної півхвильової пластини 7 та розсіювальної лінзи 8.

Касета 3 виконана з конструкційно твердого непрозорого матеріалу у вигляді блока, і містить три отвори, які симетрично розміщені на одній вертикальній осі. У нижньому отворі жорстко закріплена еталонна ФМ 5, в середньому розміщена анізотропна півхвильова пластинка 7 та розсіювальна лінза 8, а у верхньому фотоприймач 6. Зверху касета має паз з направляючою для вводу об'єкта ідентифікації. Касета виготовлена так, що опорна ФМ 5, трансформована ФМ 4 та анізотропна півхвильова пластинка 7 фіксуються в одній площині, причому анізотропна півхвильова пластинка 7 розміщується симетрично між трансформованою ФМ 4 і еталонною ФМ 5.

ПІ ОМ працює наступним чином. Після включення пристрою (див. Фіг.1) напруга живлення подається на ДЛВ 1 і ПК 14. Після включення ПК 14 і запуску програми ідентифікації відбувається наступна послідовність операцій (див. Фіг.3):

1. Програма ідентифікації визначає рівень вихідного сигналу з фотоприймача 6 і порівнює його з заданим порогом. Коли рівень вихідного сигналу з фотоприймача 6 перевищує заданий поріг, то це свідчить про відсутність об'єкта ідентифікації в касеті 3. В цьому режимі роботи ПІ ОМ періодично визначається та

порівнюється з порогом рівень вихідного сигналу з фотоприймача 6, а на екрані монітора ПК 14 висвітлюється інформація про готовність пристрою до роботи.

2. Коли рівень вихідного сигналу з фотоприймача 6 в певний момент часу стане меншим за заданий поріг, що свідчить про наявність об'єкта ідентифікації в касеті пристрою 3 (в цьому випадку непрозора частина об'єкта ідентифікації перекриває світло, яке потрапляє від ДЛВ 1 на фотоприймач 6), то ПІ переходить в робочий режим ідентифікації.

3. В робочому режимі, за сигналом з ПК 14, напруга живлення подається на ПЧМС 11 і відеокамеру 13. При цьому частина світлового променя від ДЛВ 1 після коліматорної лінзи 2 одночасно проходить через трансформовану ФМ 4 і еталони) ФМ 5, перший фур'є-об'єктив 9 і потрапляє на ПЧМС 10, де реєструється спільний фур'є-спектр ФМ. Далі ця частина світла попадає на поляризатор 11, де повністю гаситься. Інша частина світлового променя від ДЛВ 1, що проходить через коліматорну лінзу 2, анізотропну півхвильову фазову пластину 7, розсіювальну лінзу 8, перший фур'є-об'єктив 9 і попадає на ПЧМС 10, використовується для одночасного з записом зчитування спільного фур'є-спектра ФМ. Для цього анізотропна півхвильова фазова пластина 7 і поляризатор 11 встановлюється так, що зчитувальне світло проходить через поляризатор 11 і потрапляє на другий фур'є-об'єктив 13, після якого в площині ПЗЗ-матриці відеокамери 13 формуються кореляційні піки. Розподіл інтенсивності світла в цій площині реєструється відеокамерою 13. Далі сигнал з відеокамери 13 поступає в ПК 14 для програмного аналізу кореляційних піків.

4. Процедура ідентифікації ОМ включає визначення вектора ознак (інтенсивність і координати кореляційних піків) та порівняння його з еталонними векторами ознак, що зберігаються в пам'яті ПК 14. При виявленні ідентичності зазначених векторів робиться висновок про автентичність ОМ, в іншому випадку - про не автентичність ОМ.

5. Результат операції ідентифікації ОМ відтворюється на моніторі ПК 14 і пристрій ідентифікації переходить в режим завершення ідентифікації. Коли об'єкт ідентифікації усувають з касети, ПІ автоматично переходить в режим очікування і на екрані монітора ПК 14 висвітлюється повідомлення про готовність пристрою до роботи.

Запропонований ПІ ОМ має наступні переваги перед відомими аналогами та прототипом. Введення анізотропної півхвильової пластини 7 та розсіювальної лінзи 8 надає можливість паралельно з записом проводити зчитування інтерференційної картини з ПЧМС 11 та формувати кореляційні піки, і при цьому використовувати для запису та зчитування одне і теж ДЛВ 1. Це дозволяє збільшити швидкість процесу ідентифікації ОМ та зменшити габарити і енергоспоживання ПІ в цілому.

Джерела інформації:

1. Javidi B., Horner J.L. Optical pattern recognition for validation and security verification // Opt. Eng. - 1994. - Vol.33, №6. - P.1752-1756.

2. Патент США №5,485,312 1/1996. Optical pattern recognition system and method for verifying the authenticity of a person, product or thing / Horner et al., G02B27/46.

3. Муравський Л.І., Вороняк Т.І., Кулинич Я.П., Максименко О.П. Побудова кореляційних систем оптичного захисту цінних паперів на базі архітектури корелятора спільного перетворення Фур'є -// "Фізичні методи та засоби контролю середовищ, матеріалів та виробів" - Київ-Львів. - 2000. - С.183-187.

4. Муравський Л.І., Кулинич Я.П., Вороняк Т.І. Оптико-цифрова система ідентифікації фазових масок // Вісник ДУ "Львівська політехніка "Комп'ютерні системи та мережі" - 2000. - №385 - С.86-93.

5. Leonid I.Muravsky, Taras I.Voronyak, Volodymyr M. Fitio, Mykhajlo V.Shovenyuk. Transformed phase mask and photoanisotropic materials in optical correlators applied for security verification // Opt. Eng.- 1999. - №38(1). - P.25-32.

6. Ландсберг Г.С. Оптика. М.: Наука. - 1976.- 928с.

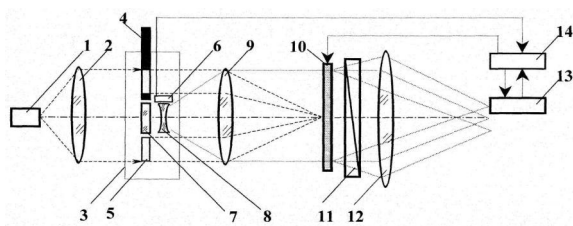
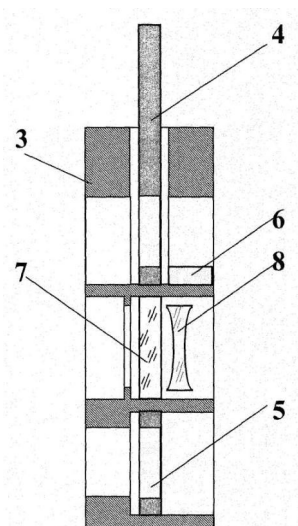
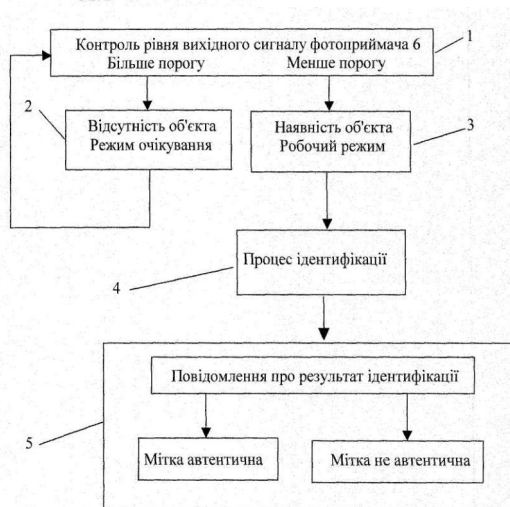


Fig. 1



Фіг. 2



Фіг. 3