

Винахід стосується спеціальних видів друкованої продукції, зокрема оптичних способів захисту цінних паперів, документів та інших об'єктів від підробки.

Найбільш близьким до запропонованого є спосіб перевірки автентичності особи чи інших об'єктів, який включає ввід в оптичний процесор прикріпленої до об'єкта ідентифікації оптичної мітки у вигляді фазової маски, яку практично неможливо підробити, порівняння введеної в оптичний процесор ідентифікаційної оптичної мітки з еталонною фазовою маскою, формування в оптичному процесорі кореляційного піка у випадку співпадіння фазових просторових структур оптичної мітки і еталонної фазової маски, при цьому інтенсивність кореляційного максимуму повинна перевищувати певний рівень, який характеризує непідроблену оптичну мітку.

Проте і цей спосіб має недоліки.

Спосіб має недостатній рівень захисту від підробки, що зумовлено наявністю на виході оптичного процесора лише одного кореляційного піка, який порівнюється з заданим порогом ідентифікації оптичної мітки у вигляді фазової маски. Наявність лише одного кореляційного піка приводить до того, що при вводі в оптичний процесор підробленої оптичної мітки, яка формує кореляційний пік меншої інтенсивності, ніж непідроблена оптична мітка, для формування хибного сигналу ідентифікації достатньо понизити поріг ідентифікації до рівня інтенсивності цього кореляційного піка. Для пониження порогу до рівня, необхідного для формування хибного ідентифікаційного сигналу, можна скористатися відомими технічними засобами.

Спосіб складний в реалізації при ідентифікації декількох осіб, документів чи інших об'єктів з різними ідентифікаційними оптичними мітками, що зумовлено необхідністю заміни в оптичному процесорі однієї еталонної фазової маски на другу маску при ідентифікації кожної з декількох осіб, кожного з декількох документів чи інших об'єктів. Необхідність заміни еталонних фазових масок призводить до зменшення швидкодії процесу ідентифікації, а також до здійснення додаткових операцій виводу попередньої еталонної фазової маски з оптичного процесора і вводу наступної маски в процесор. В свою чергу операції автоматичного цифрового вводу-виводу еталонних фазових масок потребують додаткових пристроїв вводу-виводу зображень, додаткового програмного забезпечення і наявності додаткової пам'яті для зберігання бібліотеки еталонних фазових масок, а операції механічного вводу-виводу масок можна забезпечити в оптичному процесорі лише при наявності бібліотеки виготовлених у вигляді оптичних транспарантів еталонних фазових масок, складної кінематики, що програмно керує процесом вводу-виводу масок, а також юстувальної механіки, що здійснює автоматичне позиціонування та юстування масок на вході оптичного процесора.

В основу винаходу поставлена задача вдосконалити спосіб оптичного захисту і автоматичної ідентифікації документів та інших об'єктів шляхом зміни технологічних операцій формування і виготовлення ідентифікаційної оптичної мітки, що дозволить зформувати множину просторово розподілених кореляційних піків різної інтенсивності, структура яких однозначно пов'язана з структурою оптичної мітки, що в свою чергу підвищить рівень захисту осіб, документів та інших об'єктів від підробки та спростити процес ідентифікації різних осіб, документів та інших об'єктів.

Поставлена задача досягається тим, що у способі оптичного захисту і автоматичної ідентифікації документів та інших об'єктів, який включає ввід в оптичний процесор прикріпленої до об'єкту ідентифікації оптичної мітки у вигляді фазової маски, порівняння введеної оптичної мітки з еталонною фазовою маскою, формування в оптичному процесорі кореляційного сигналу, вироблення сигналу ідентифікації, згідно з винаходом розділяють еталонну фазову маску на фрагменти довільно вибраної форми, проводять перестановку розділених фрагментів, з розділених і переставлених фрагментів формують нову трансформовану фазову маску в якості ідентифікаційної оптичної мітки, порівнюють фрагменти оптичної мітки з ідентичними ділянками еталонної фазової маски, формують в оптичному процесорі множину кореляційних піків, порівнюють отримані кореляційні піки з відповідним ідентифікаційним кодом. При формуванні оптичної мітки окремі фрагменти фазової маски частково перекривають або розділяють фазово-однорідними проміжками.

Підвищення рівня захисту осіб, документів та інших об'єктів в даному способі досягається наступним чином. В оптичному процесорі здійснюється кореляційне порівняння ідентифікаційної оптичної мітки, виготовленої з розділених і переставлених фрагментів еталонної фазової маски, з еталонною фазовою маскою. В результаті цього формується множина кореляційних піків, просторовий розподіл, конфігурація та інтенсивність яких однозначно задається просторовим розподілом, конфігурацією і розмірами відповідних фрагментів оптичної мітки, при цьому кожен з кореляційних піків виникає в результаті кореляційного порівняння відповідного фрагмента оптичної мітки з ідентичною ділянкою еталонної фазової маски. Зформовану множину просторово розподілених кореляційних піків різної інтенсивності перетворюють в електронний код, який порівнюють з ідентифікаційним електронним кодом. Такий код складніше підробити, ніж пороговий рівень для одного кореляційного максимуму, що встановлюється при ідентифікації оптичної мітки в прототипі.

Спрощення процесу ідентифікації декількох осіб, документів чи інших об'єктів з різними оптичними мітками досягається наступним чином. З однієї і тієї ж самої еталонної фазової маски виготовляють декілька різних оптичних міток, кожна з яких формується шляхом довільного або наперед заданого розділення еталонної фазової маски на фрагменти та довільної або заданої перестановки цих фрагментів. Кожна з виготовлених оптичних міток прикріплюється до об'єкту захисту і порівнюється в оптичному процесорі з еталонною фазовою маскою. В результаті такого порівняння формується множина кореляційних піків, структура яких однозначно визначається структурою еталонної фазової маски. Інша оптична мітка, виготовлена на основі тієї ж еталонної фазової маски, в результаті порівняння з еталонною фазовою маскою формує іншу множину кореляційних піків. Кожній такій множині відповідає свій ідентифікаційний електронний код, який у разі співпадіння з електронним кодом, зформованим в результаті реєстрації і перетворення даної множини піків, виробляє сигнал ідентифікації. Таким чином, при ідентифікації декількох об'єктів з різними оптичними мітками використовується лише одна еталонна фазова маска, що дозволяє позбутися операцій вводу-виводу еталонних масок в оптичному процесорі і тим самим спростити процес ідентифікації.

Для більш детального пояснення фізичного змісту винаходу і одного з можливих варіантів його технічної реалізації доповнимо опис винаходу наступними ілюстраціями.

На фіг.1 зображені дві ідентичні фазові маски, одна з яких як еталонна вводиться в оптичний процесор, а друга розділяється на фрагменти довільної форми, з яких формується трансформована фазова маска і виготовляється оптична мітка; на фіг.2 - поперечний переріз бінарної фазової маски; на фіг.3 - приклади кореляційного порівняння двох різних оптичних міток, однак отриманих з фрагментів однієї і тієї ж еталонної фазової маски, з еталонною фазовою маскою; на фіг.4 - приклади кореляційного порівняння двох оптичних міток з еталонною фазовою маскою, при цьому одна з оптичних міток виготовлена з фрагментів еталонної маски, а друга виготовлена з фрагментів частково підробленої еталонної маски; на фіг.5 - схема розміщення оптичної мітки на об'єкті захисту; на фіг.6 - схема пристрою ідентифікації об'єктів захисту; на фіг.7 - приклад формування набору автокореляційних піків, отриманих в пристрої ідентифікації об'єктів захисту в результаті кореляційного порівняння введеної в пристрій оптичної мітки з еталонною фазовою маскою, розміщеною в пристрої.

Технічна реалізація способу полягає у виконанні наступної послідовності процедур і операцій.

Для виготовлення фазових масок спочатку формують просторову структуру маски шляхом вибору відповідного статистичного закону розподілу по площі маски великої кількості елементів (пікселів) квадратної або будь-якої іншої форми з різними коефіцієнтами пропускання і занесення зформованої по вибраному закону просторової структури маски в пам'ять комп'ютера.

Для формування трансформованої фазової маски за допомогою спеціально розробленої програми проводять розділення початкової маски, тобто еталонної фазової маски 1а, що занесена в пам'ять комп'ютера, на фрагменти довільної форми. Після цього проводять перестановку розділених фрагментів і формують трансформовану фазову маску 1б (фіг.1), при цьому зформовану структуру маски 1б також заносять в пам'ять комп'ютера.

Далі за допомогою фотонабірної установки, що використовується для виробництва електронних інтегральних схем, виготовляють фотошаблони для трансформованої і еталонної амплітудних масок. На основі отриманих фотошаблонів виготовляють фазову оптичну мітку і еталонну фазову маску. Для опису подальшої технології виготовлення фазових масок обмежимося лише процесом виготовлення бінарних фазових масок як найбільш простим прикладом.

При виготовленні бінарних фазових масок на основі отриманих фотошаблонів необхідно забезпечити між пікселами з коефіцієнтом пропускання $t=0$ і пікселами з коефіцієнтом пропускання $t=1$ фазову затримку $\Delta\phi$ світлової хвилі, рівну π . Найпростіше такого роду фазові маски виготовляти на шарі фоторезисту, нанесеному на скляну підкладку. При цьому для виготовлення пропускаючих фазових масок товщину шару фоторезисту d вибирають з умови $d = \lambda[2(n-1)]^{-1}$, де λ - довжина хвилі випромінювання світла в пристрої ідентифікації, об'єктів захисту, n - показник заломлення фоторезисту. Якщо в пристрої ідентифікації використовують відбиваючі фазові маски, то товщину шару фоторезисту вибирають з умови $d = \lambda[4(n-1)]^{-1}$. Отримані фотошаблони прикладають фотоемульсією до підкладок з нанесеними шарами фоторезисту і експонують з відповідним часом експозиції. Після цього проекспоновані шари фоторезисту, нанесеного на підкладки, травлять в 1% розчині КОН, сушать на центрифугі і задублюють при $t^{\circ}=80^{\circ}\text{C}$. В проекспонованих місцях фоторезист в розчині КОН розчиняється, а в неекспонованих залишається без змін. В результаті проведених операцій виготовляють дві прозорі фазові маски.

Виготовлена таким чином фазова оптична мітка є оригіналом для створення однієї або багатьох копій, при цьому копії фазової оптичної мітки можна виготовляти такими, що пропускають або відбивають світло. Виготовлена ж еталонна фазова маска може безпосередньо використовуватись в пристрої ідентифікації або бути оригіналом для створення копій пропускаючої чи відбиваючої еталонної фазової маски. Переріз однієї з отриманих пропускаючих фазових масок показано на фіг.2, де 2 - тонкий шар фоторезисту, 3 - підкладка з прозорого матеріалу.

Попри описану процедуру виготовлення фазових масок, еталонну фазову маску можна і не виготовляти, а вводити її безпосередньо з комп'ютера на вхід пристрою ідентифікації за допомогою фазового просторово-часового модулятора світла, який функціонує або як пропускаючий, або як відбиваючий оптичний транспарант.

На прикладі найбільш простої моделі процесу кореляційного порівняння фазових масок розглянемо фізичні принципи реалізації способу.

Виділені і переставлені фрагменти оптичних міток 1b і 1c та відповідні їм ділянки еталонної фазової маски 1а складаються з наборів пікселів однакової форми, розмірів і орієнтації (див. фіг.3). Тому в результаті кореляційного порівняння вказаних фрагментів і відповідних їм ділянок відбувається формування вузьких і гострих автокореляційних піків, значення кожного з яких по амплітуді пропорційне площі відповідного фрагменту, а півширина сумірна з розмірами пікселів у фрагменті. При цьому просторова локалізація піків без врахування масштабних перетворень співпадає з просторовою локалізацією геометричних центрів відповідних фрагментів оптичної мітки.

На фіг.3а схематично зображено процес формування автокореляційної функції еталонної фазової маски у вигляді різкого автокореляційного піка 5, отриманої в результаті виконання операції кореляції 4 між двома однаковими еталонними фазовими масками 1а. На фіг.3б схематично зображена процедура кореляційного порівняння оптичної мітки 1b, розділеної на фрагменти 6а, 6b і 6с, з відповідними ділянками 7а, 7b і 7с еталонної фазової маски 1а, в результаті чого формуються автокореляційні піки 8а, 8b і 8с, амплітуда кожного з яких пропорційна площі відповідного фрагмента, а просторова локалізація відповідає просторовій локалізації геометричного центра відповідного фрагмента. На фіг.3с схематично зображена аналогічна процедура кореляційного порівняння оптичної мітки 1с, розділеної на фрагменти 9а, 9b і 9с, з відповідними ділянками 10а, 10b і 10с еталонної фазової маски 1а, в результаті чого формуються автокореляційні піки 11а, 11b і 11с. Таким чином, в результаті кореляційного порівняння еталонної фазової маски з довільною кількістю оптичних міток, виготовлених на основі трансформованих фазових масок, для яких вихідною була одна і та ж еталонна

фазова маска, для кожної оптичної мітки формуються тільки характерні для неї набори автокореляційних піків, які легко порівнювати з відповідними електронними ідентифікаційними кодами.

На фіг.4 зображено випадки кореляційного порівняння оптичної мітки 1d з еталонною фазовою маскою 1a (див. фіг.4a), тієї ж самої оптичної мітки 1d з підробленою еталонною фазовою маскою 1e (див. фіг.4b) і підробленої оптичної мітки 1f з непідробленою еталонною фазовою маскою 1e (див. фіг.4c). В результаті кореляційного порівняння фрагментів 13a, 13b і 13c оптичної мітки 1d з відповідними ділянками 12a, 12b і 12c еталонної фазової маски 1a формуються автокореляційні піки 14a, 14b і 14c (див. фіг.4a). Отримані кореляційні піки перетворюють в електронний код, який повинен співпадати з відповідним електронним ідентифікаційним кодом, в результаті чого відбувається ідентифікація оптичної мітки. У випадку кореляційного порівняння фрагментів 13a, 13b і 13c тієї ж оптичної мітки 1d з відповідними ділянками підробленої еталонної фазової маски 1e формуються кореляційні піки 16a і 16b (див. фіг.4b), які при перетворенні в електронний код не співпадають з відповідним ідентифікаційним електронним кодом. У випадку кореляційного порівняння фрагментів 17a, 17b і 17c підробленої оптичної мітки 1f відповідними ділянками 12a, 12b і 12c непідробленої еталонної фазової маски 1a формуються кореляційні піки 18a і 18b (див. фіг.4c), які при перетворенні в електронний код теж не співпадають з відповідним ідентифікаційним електронним кодом.

Отримані оптичні мітки наносяться на об'єкти захисту. На фіг.5 показані приклади взаємного розміщення відбиваючої оптичної мітки 19 (див. фіг.5a) і пропускаючої оптичної мітки 20 (див. фіг.5b) на об'єкті захисту 21. Нанесена відбиваюча оптична мітка 19 складається з клеєвого термопластичного шару 22, тонкого шару алюмінію або іншого відбиваючого матеріалу 23 і захисного шару 24. Інформаційний фазовий рельєф формується шарами 23 і 24. Нанесена на прозоре вікно об'єкту захисту 21 пропускаюча оптична мітка 20 складається з клеєвого термопластичного шару 22 і захисного шару 24. Інформаційний фазовий рельєф формується шарами 22 і 24, які мають різні показники заломлення. Оптичну мітку, нанесену на об'єкт захисту, неможливо відклеїти від об'єкта без пошкодження.

Описані процедури і операції забезпечують захист документів та інших об'єктів, при цьому основні відмінності в даному способі від процесу захисту, описаному в прототипі, полягають в розділенні еталонної фазової маски або еталонної комбінованої фазової маски на фрагменти довільно вибраної форми, проведенні перестановки розділених фрагментів, формуванні нової трансформованої фазової маски в якості ідентифікаційної оптичної мітки, формуванні в оптичному процесорі множини кореляційних піків, просторовий розподіл, конфігурація та інтенсивність яких однозначно задається просторовим розподілом, конфігурацією і розмірами фрагментів оптичної мітки.

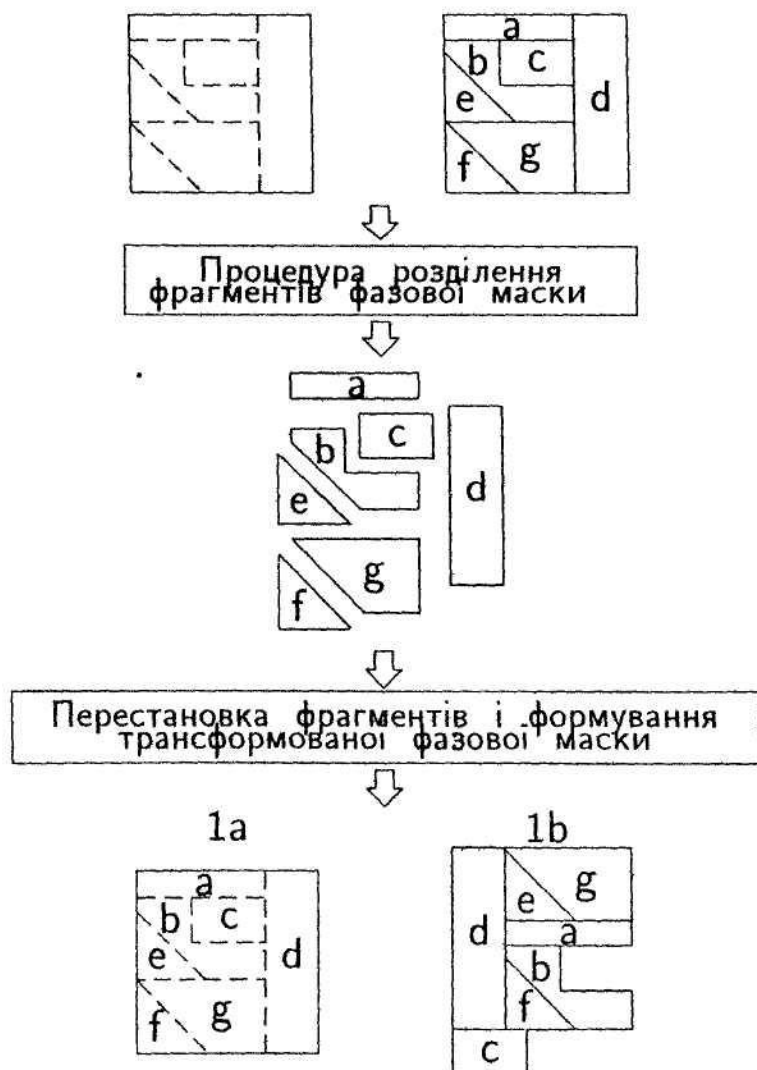
Процес ідентифікації полягає у введенні об'єкту захисту 21 з нанесеною оптичною міткою 19 (20) у пристрій ідентифікації, побудований по архітектурі оптичного корелятора сумісного фур'є-перетворення [1, 2], сумісному фур'є-перетворенні оптичної мітки і еталонної фазової маски, формуванні сумісного фур'є-спектру у вигляді інтерференційної картини і її реєстрації квадратичним просторовим детектором, зворотного фур'є-перетворення зареєстрованої інтерференційної картини, формування кореляційного поля, реєстрації кореляційних піків, а також нульового дифракційного максимуму на виході оптичної схеми пристрою ідентифікації, перетворення просторової структури розподілу інтенсивностей кореляційних піків і нульового дифракційного максимуму в електронний код і порівняння з ідентифікаційним електронним кодом, інформація про який знаходиться у пам'яті спеціального пристрою ідентифікації.

На фіг.6 приведена схема пристрою ідентифікації, який містить лазери 22, 23, оптичні системи розширення, фільтрації і колімації лазерних пучків 24, 25, 26, оптичні дзеркала 27, 28, оптичні напівпрозорі дзеркала 29, 30, просторово-часові модулятори світла з електричною адресацією, в яких записані зображення зчитуються або шляхом відбивання світла від промодульованого шару модулятора (модулятори 31, 32), або шляхом пропускання світла через промодульований шар модулятора (модулятори 33, 34), при цьому замість модулятора 31(33) може використовуватись фотооригінал або відбиваюча чи пропускаюча фотокопія еталонної фазової маски 35, фур'є-об'єктиви 36, 37, ПЗЗ-камери 38, 39, 40, фрейм-граббери 41, 42, 43, інтерфейс 44, фотоприймач 45, що реєструє потужність нульового дифракційного максимуму, спеціалізований 46, індикаторний пристрій 47. В схемі передбачено постійний контроль лазерного випромінювання за допомогою фотодатчиків і передача даних про потужність лазерного випромінювання в спеціалізований процесор. Можливі два варіанти (варіант А і варіант В) функціонування пристрою ідентифікації розглядаються в одній схемі, при цьому вибір одного з двох варіантів визначається положенням А або положенням В ключів 49, 49 і пристрою 50, що перекидає дзеркало 27 з положення А в положення В (або навпаки). Крім того, можливий також варіант пристрою ідентифікації, в якому операція зворотного фур'є-перетворення сумісного фур'є-спектру оптичної мітки і еталонної фазової маски реалізує цифровий фур'є-процесор, на виході якого формується кореляційне поле з відповідними кореляційними піками.

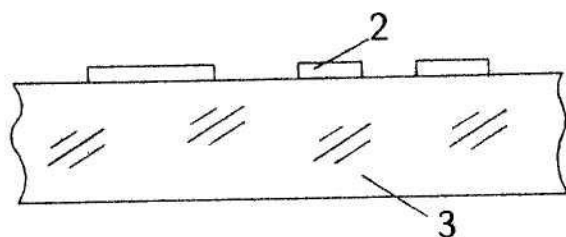
Об'єкт захисту 21 з нанесеною оптичною міткою 19(20) вводиться в пристрій ідентифікації у вхідну площину оптичної схеми, в яку попередньо введена еталонна фазова маска 31(33, 35). Колімований паралельний лазерний пучок освітлює інформаційну мітку 19(20) і еталонну фазову маску 31(33,35), модулюється їхніми фазово-рельєфними структурами, зчитує їх, і за допомогою фур'є-об'єктива 36 формує їх сумісний фур'є-спектр, який реєструється ПЗЗ-камерою 38, перетворюється у фрейм-граббері 41 в електронний сигнал і через інтерфейс подається на відбиваючий модулятор світла 31(32) або на пропускаючий модулятор світла 33(34). Якщо сумісний фур'є-спектр подається на модулятор 31(33), то у випадку використання фотооригіналу або фотокопії еталонної фазової маски 35 і здійснюється її усунення з оптичного каналу і оптичний ввід на це ж місце модулятора 31(33), зформована на модуляторі 31(33) чи на модуляторі 32(34) інтерференційна картина за допомогою колімованого паралельного лазерного пучка і фур'є-об'єктива 36 чи 37 зазнає зворотного фур'є-перетворення, в результаті чого в площині розміщення ПЗЗ-камери 39 чи 40 формується оптичне кореляційне поле, яке реєструється ПЗЗ-камерою 39 чи 40, його зображення захоплюється фрейм-граббером 42 чи 43, в якому трансформується в електронний цифровий код. Сумісно з кореляційним полем записується і нульовий дифракційний максимум за допомогою ПЗЗ-камери 38 чи фотоприймача 45 і також трансформується у електронний цифровий код. Електронний код подається в

спецпроцесор 46, в якому обробляється і порівнюється з відповідним ідентифікаційним електронним кодом, в результаті чого виробляється сигнал ідентифікації. Вироблений сигнал ідентифікації подається в індикаторний пристрій 47, який повідомляє про ідентичність об'єкту захисту.

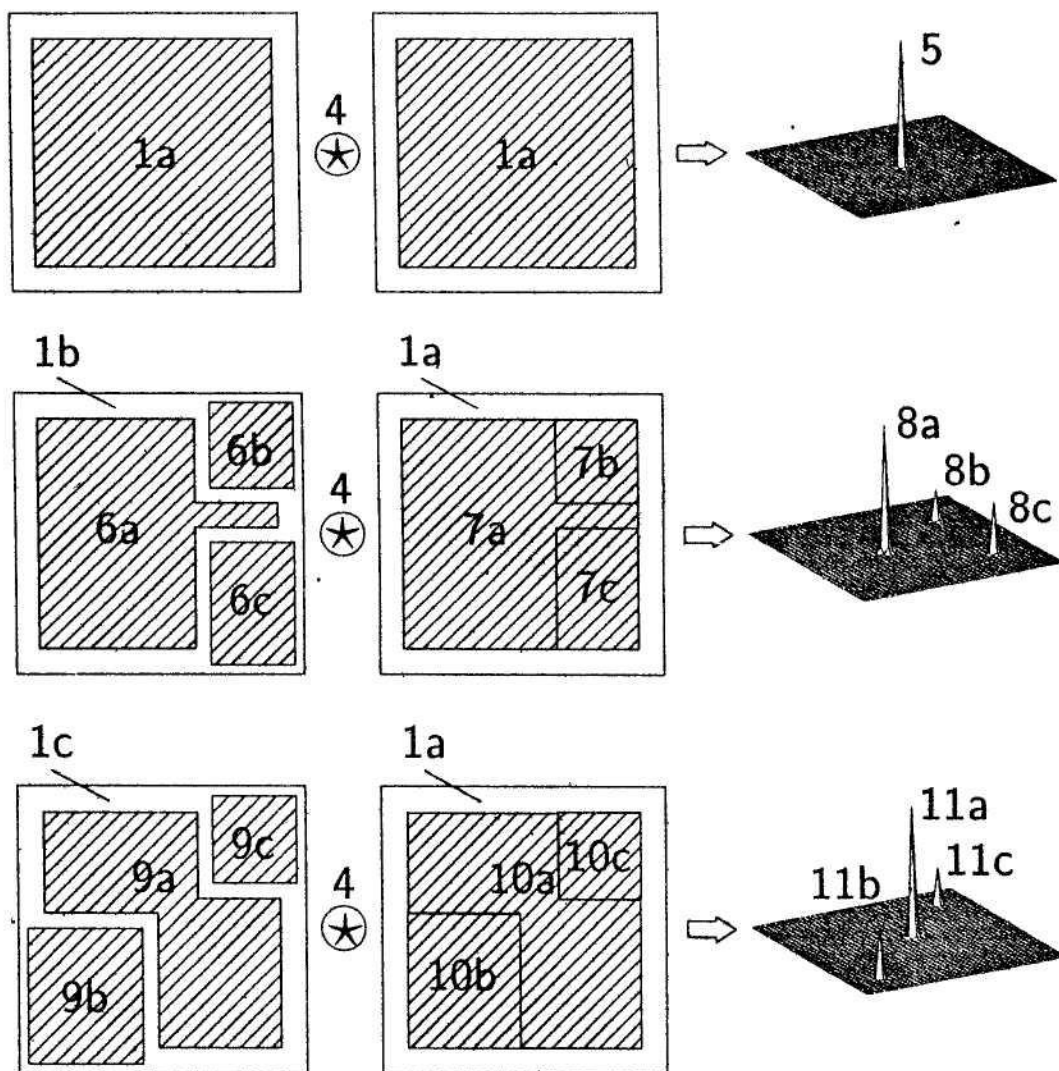
На фіг.7 наведений приклад оптичного кореляційного поля 51 з заданою структурою кореляційних піків і нульового дифракційного максимуму 52 на виході оптичної схеми пристрою ідентифікації.



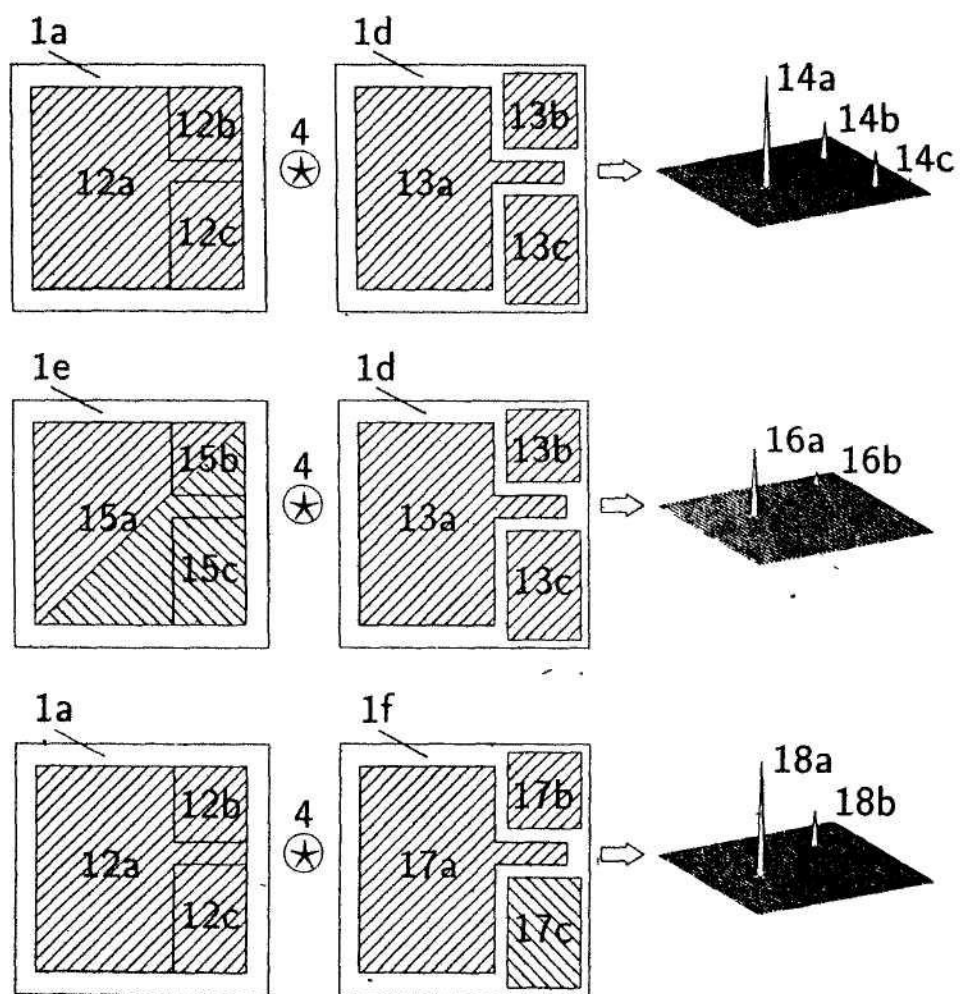
ФІГ. 1



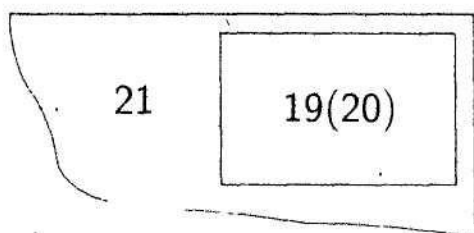
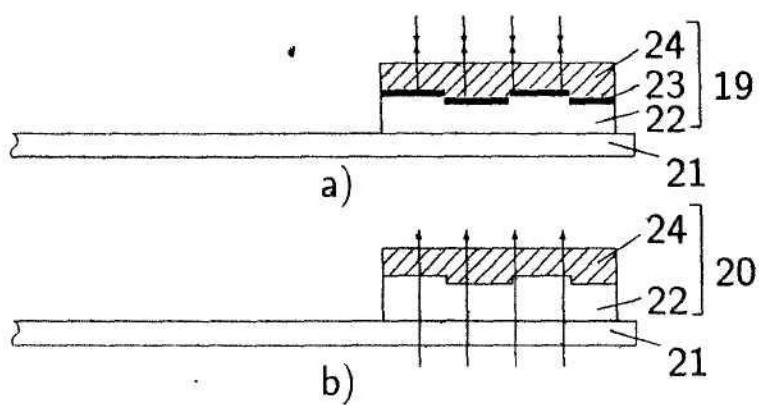
ФІГ. 2.



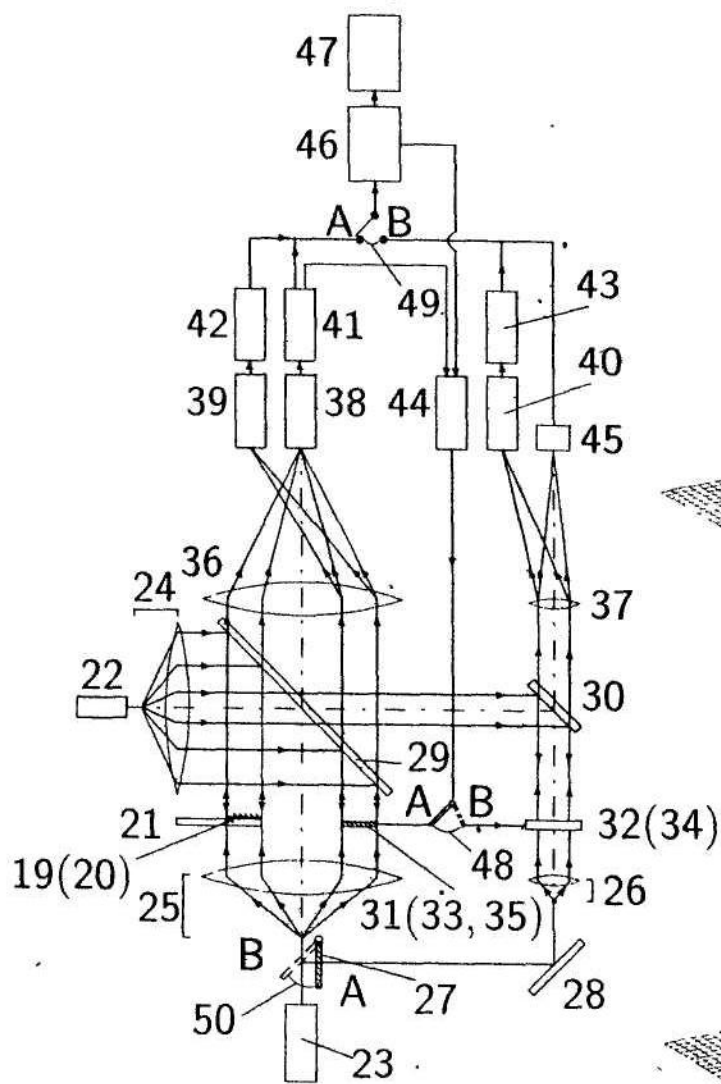
Фиг. 3



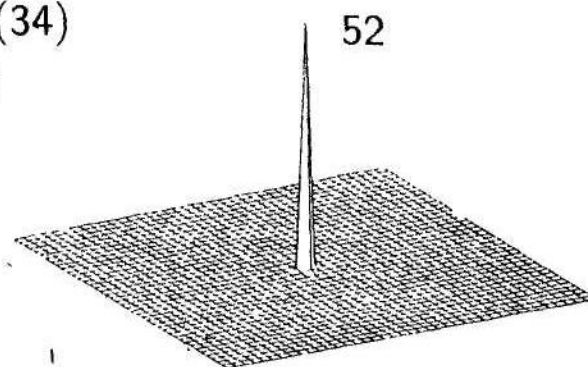
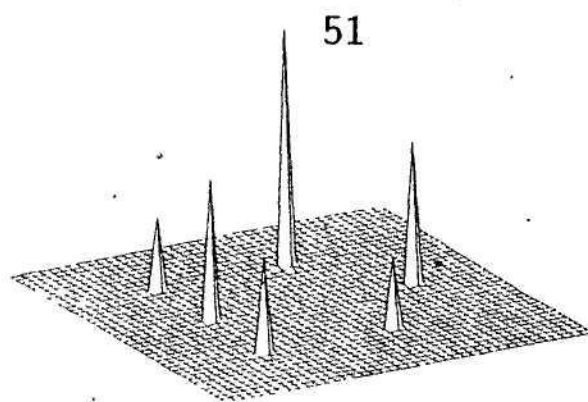
Фиг. 4



Фиг. 5



ФИГ. 6



ФИГ. 7