

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

Відомі оптичні способи захисту об'єктів від підробки, у яких на об'єкт захисту наносять голограму, а перевірку аутентичності проводять візуально по наявності певного зображення, що формується при освітленні голограми [1, 2].

Однак ці способи недостатньо надійні, тому що голограму легко підробити оптичними методами, а наявність підробки візуально визначити практично неможливо.

Найбільш близьким до запропонованого винаходу є спосіб захисту та ідентифікації документів і інших об'єктів, який включає виготовлення однакових випадкових бінарних фазових масок, нанесення масок в якості оптичної фазової інформаційної мітки на об'єкти захисту, введення однієї з фазових масок як еталонної в пристрій ідентифікації, виготовлений по оптичній схемі корелятора сумісного фур'є-перетворення, введення об'єкта захисту з нанесеною оптичною інформаційною міткою на вхід пристрою ідентифікації, сумісне фур'є-перетворення інформаційної мітки з введеною у пристрій еталонною маскою, реєстрацію сумісного енергетичного спектра за допомогою ПЗЗ-камери, бінаризацію сумісного енергетичного спектра, переадресацію результату бінаризації на просторовий модулятор світла (ПМС), оптичне фур'є-перетворення зареєстрованого на ПМС спектра, реєстрацію кореляційного поля на виході пристрою ідентифікації, вироблення рішення про аутентичність об'єкту захисту, повідомлення про прийняте рішення [3].

Проте і цей спосіб має недоліки.

Спосіб, має низьку швидкість процесу ідентифікації, що зумовлена необхідністю проведення взаємного юстування двох фазових масок, які вводяться в пристрій ідентифікації, необхідністю виконання операцій бінаризації зареєстрованого сумісного енергетичного спектра і переадресації бінаризованого спектра в ПМС, інерційністю ПМС. Низька швидкість процесу ідентифікації призводить до низької продуктивності пристроїв ідентифікації, які реалізують даний спосіб.

Спосіб дозволяє сформувати лише низькочастотний сумісний енергетичний спектр від двох фазових масок, що зумовлено обмеженістю роздільної здатності як матричних засобів реєстрації спектра, так і реверсивних засобів реєстрації спектра, так і реверсивних засобів його модуляції і запису. Можливість формування лише низькочастотного сумісного енергетичного спектра призводить до необхідності реалізації додаткових операцій бінаризації спектра і переадресації бінаризованого спектра, що в свою чергу приводить до зростання шумів і завад в трансформованому спектрі. Крім цього, даний недолік призводить до великих поздовжніх розмірів оптичної схеми сумісного фур'є-перетворення, що в свою чергу приводить до великих габаритів пристрою ідентифікації.

Спосіб складний в реалізації. Складність реалізації способу зумовлена необхідністю виконання операцій оптико-електронної і аналого-цифрової трансформації сумісного енергетичного спектра, його бінаризації, цифро-аналогового перетворення і переадресації на ПМС. Складність реалізації способу призводить до високої вартості пристроїв ідентифікації, що його реалізують.

В основу винаходу поставлені завдання підвищення швидкості процесу ідентифікації об'єкту захисту, усунення обмежень по просторовій частоті при реєстрації сумісного енергетичного спектра від двох фазових масок і спрощення реалізації запропонованого способу за рахунок: виготовлення та нанесення на об'єкт захисту оптичної фазової інформаційної мітки у вигляді сумісного енергетичного спектра двох фазових масок, що приводить до виключення операції сумісного фур'є-перетворення цих масок в процесі ідентифікації; відсутності операції взаємного юстування двох фазових масок при їх вводиті в пристрій ідентифікації; відсутності операцій оптико-електронної і аналого-цифрової трансформації та бінаризації сумісного енергетичного спектра, його цифро-аналогового перетворення і переадресації на ПМС; відсутності операції формування зображення еталонної маски і бінаризованого спектра на ПМС; малих поздовжніх розмірів оптичної схеми сумісного фур'є-перетворення і, як наслідок, малих габаритів пристрою ідентифікації завдяки можливості реєструвати високочастотну інтерференційну картину на інформаційній мітці; відсутності ПМС і пристроїв аналого-цифрової та цифроаналогової трансформації сумісного енергетичного спектра, його бінаризації на ПМС.

Поставлене завдання досягається тим, що у способі оптичного захисту та ідентифікації документів і інших об'єктів, який включає виготовлення випадкових фазових масок, реєстрацію сумісного енергетичного спектра від двох фазових масок, нанесення оптичної фазової інформаційної мітки на об'єкт захисту, ввід об'єкта захисту в пристрій ідентифікації, оптичне фур'є-перетворення зареєстрованого спектра, реєстрацію оптичного кореляційного поля

на виході пристрою ідентифікації, вироблення рішення про аутентичність об'єкта захисту, повідомлення про прийняте рішення, згідно з винаходом розділяють одну з двох ідентичних фазових масок на фрагменти довільної форми, проводять перестановку розділених фрагментів і формують нову трансформовану фазову маску, вводять трансформовану фазову маску і початкову фазову маску в когерентно-оптичну систему сумісного фур'є-перетворення, виготовляють і розмножують фазову фур'є-голограму як оптичну фазову інформаційну мітку, аналізують структуру кореляційних піків та нульового дифракційного максимуму оптичного поля на виході пристрою ідентифікації, враховуючи потужність лазерного пучка, і порівнюють її з еталонною структурою. Фазові маски виготовляють багари́невими, а піксели маски мають різні розміри і форми. При формуванні трансформованої фазової маски окремі її фрагменти частково перекривають, або розділяють фазово-однорідними проміжками. Сумісний енергетичний спектр реєструють на нелінійному високороздільному інформаційному носії, Оптичну фазову інформаційну мітку виготовляють з високочастотною несучою.

На фіг. 1 зображений приклад розбиття однієї з двох ідентичних фазових масок на фрагменти довільної форми і формування трансформованої маски.

На фіг.2 зображено поперечний переріз випадкової бінарної фазової маски, що використовується для виготовлення оригіналу оптичної фазової інформаційної мітки.

На фіг.3,4 показано взаємозв'язок між структурою масок і кореляційними піками окремих її фрагментів.

На фіг.5 зображена когерентно-оптична система сумісного фур'є-перетворення, у вхідну площину якої вводять початкову фазову маску і трансформовану фазову маску, а у вихідній площині реєструють інтерференційну картину сумісного енергетичного спектра, з якої виготовляють фазову фур'є-голограму як оригінал оптичної фазової Інформаційної мітки.

На фіг.6 показані просторова структура і конфігурація оптичної фазової інформаційної мітки та її розміщення на об'єкті захисту (документі).

На фіг.7 зображена схема пристрою Ідентифікації об'єктів захисту.

На фіг.8 зображено приклад розміщення автокореляційних піків, що формуються від однакових фрагментів початкової і трансформованої масок на виході пристрою ідентифікації.

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

Для виготовлення синтезованих 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 коефіцієнтами пропускання $t=0; 1$, (занесення сформованої по вибраному закону просторової структури маски в пам'ять комп'ютера.

Для формування трансформованої маски за допомогою спеціально розробленої програми проводять розділення початкової маски 1, що занесена в пам'ять комп'ютера, на фрагменти довільної форми, після цього проводять перестановку розділених фрагментів і формують нову трансформовану маску 2 (фіг. 1), при цьому сформовану структуру трансформованої маски також заносять в пам'ять комп'ютера.

Далі за допомогою фотонабірної установки, що використовується в мікроелектроніці для виробництва Інтегральних схем, виготовляють фотошаблон двох амплітудних масок - початкової і трансформованої. На основі отриманого фотошаблону виготовляють початкову і трансформовану фазові маски таким чином, щоб між пікселями з $t = 0$ і пікселями з $t = 1$ фазова затримка $\delta\varphi$ світлової хвилі була рівна π . Найпростіше такого роду фазові маски виготовляти на шарі фоторезисту, нанесеному на скляну підкладку. При цьому товщину шару фоторезисту d вибирають з умови $d = \lambda/[2(n-1)]^{-1}$ де λ - довжина хвилі при реєстрації інтерференційної картини сумісного енергетичного спектра, n - показник заломлення фоторезисту. Отриманий фотошаблон прикладають фотоемальсією до шару фоторезисту і експонують з відповідним часом експозиції. Після цього проекспонований фоторезист травлять в 1 % розчині КОН, сушать на центрифугі і задублюють при $t = 80^\circ\text{C}$. В проекспонованих місцях фоторезист в розчині КОН розчиняється, а в неекспонованих залишається без змін. В результаті отриманих операцій виготовляються дві фазові маски (початкова і трансформована), які розміщені на одній підкладці. Переріз однієї з отриманих фазових масок показано на фіг.2, де 3 - тонкий шар фоторезисту, 4 - підкладка з прозорого матеріалу.

Фрагменти початкової фазової маски 1, а також відповідні їм виділені і переставлені фрагменти трансформованої фазової маски 2 складаються з наборів пікселів однакової форми, розмірів і орієнтації. Тому авто-кореляційні піки, що формуються від виділених фрагментів цих масок (див. фіг. 1), будуть гострими і вузькими, а розміри піків будуть співмірні з розмірами пікселів (див. фіг.3, 4), При цьому від нижнього виділеного фрагмента буде формуватись окремий авто-кореляційний пік, амплітуда якого пропорційна відношенню площі фрагмента до площі пікселя. Крім того, якщо просторовий розподіл пікселів у фрагменті трансформованої маски 2 буде відрізнятися від просторового розподілу пікселів початкової маски 1, то крос-кореляційний сигнал від цих фрагментів не буде перевищувати загального рівня шумів. На фіг.3 показана початкова маска 1 і розділена на два фрагменти трансформована маска 2. При цьому фрагменти 5 і 6 трансформованої маски співпадають з відповідними фрагментами 7 і 8 початкової маски. В результаті виконання операції кореляції (стрілка 9) над комплексними функціями пропускання двох масок 1 і 2 формуються різні по амплітуді автокореляційні піки: пік 10 від фрагментів 7 і 5 та пік 11 від фрагментів 8 і 6. На фіг.4 показані початкова 12 і розділена на два фрагменти маска 13. При цьому фрагмент 14 початкової маски і фрагмент 15 розділеної маски 13 між собою повністю ідентичні, а фрагмент 16 маски 13 по своїй просторовій структурі відрізняється від фрагмента 17 маски 12. В результаті виконання операції кореляції (стрілка 18) між комплексними функціями пропускання двох масок 12 і 13 формуються різкий авто-кореляційний пік 19 від однакових фрагментів 14 і 15, а крос-кореляційний сигнал, який формується від двох різних по просторовій структурі фрагментів 17 і 16, не перевищує загального рівня шумів.

Описані властивості випадкових фазових масок використовуються в даному способі для забезпечення високої надійності захисту документів та інших об'єктів від можливих підробок.

Виготовлені трансформована і початкова фазові маски використовуються для реєстрації Інтерференційної картини сумісного енергетичного спектра шляхом вводу підкладки 4 з масками 1 і 2 у вхідну площину приведеної на фіг.5 когерентно-оптичної системи сумісного фур'є-перетворення, що містить фур'є-об'єкти 20, освітлення масок паралельним когерентним пучком 21, реєстрації сумісного енергетичного спектра від двох фазових масок 1 і 2 на нелінійному високороздільному Інформаційному носії 22 (наприклад, на фоторезисторі). Зареєстрована на фоторезисторі інтерференційна картина після процедур хімічної і термічної обробки, аналогічних до процедур обробки фазових масок, приймає вигляд рельєфно-фазової голограми, що є еталонною оптичною фазовою Інформаційною міткою. Ця мітка є оригіналом для наступного розмноження і створення необхідної кількості Ідентичних Інформаційних міток по технології виготовлення райдужних голограм. Для формування еталонної інформаційної мітки з несучою частотою в когерентно-оптичну систему сумісного фур'є-перетворення (див. фіг.5) додатково вводять паралельний когерентний пучок 23, взаємно когерентний з пучком 21.

Отримані інформаційні мітки наносять , на об'єкт захисту. На фіг.6 показано приклад взаємного розміщення інформаційної мітки 24 на об'єкті захисту (документі) 25. Нанесена інформаційна мітка 24 складається з термопластичного шару 26, тонкого шару алюмінію 27 і захисного шару 28. Інформаційний фазовий рельєф формується шаром алюмінію 27 і захисним шаром 28. Інформаційна мітка 24, нанесена на об'єкт захисту, є відбиваючим оптичним елементом, її неможливо відклеїти від об'єкта захисту без пошкодження.

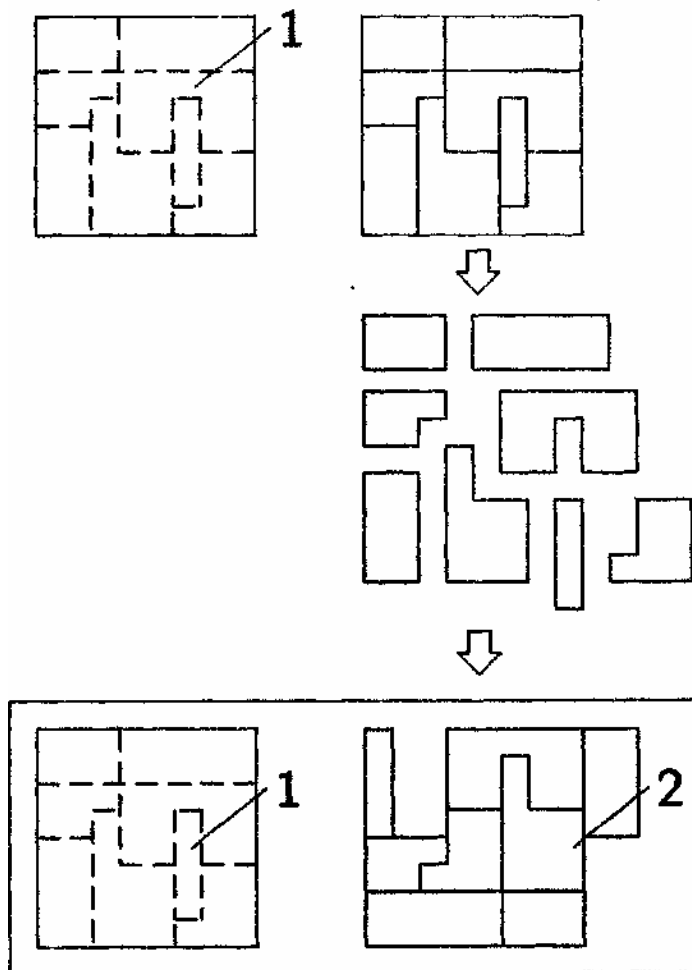
Вищеописані процедури і операції забезпечують захист документів та інших об'єктів, при цьому основні

відмінності в даному способі від процесу захисту, описані в прототипі, полягають в розділенні однієї з двох ідентичних фазових масок на фрагменти довільної форми, у проведенні перестановки розділених фрагментів 1 формуванні нової трансформованої фазової маски, у введенні трансформованої 1 початкової фазових масок в когерентно-оптичну систему сумісного фур'є-перетворення, у виготовленні і розмноженні фазової фур'є-голограми як оптичної фазової інформаційної мітки.

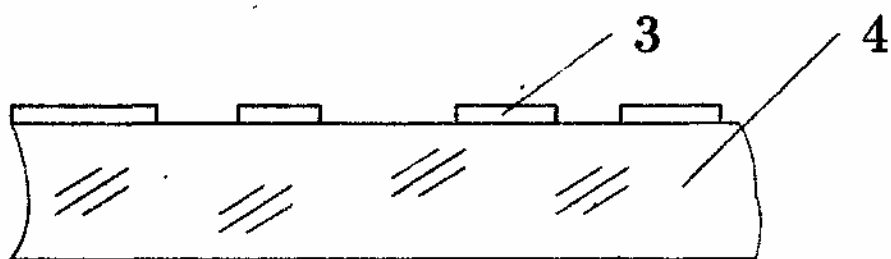
Процес ідентифікації полягає у введенні об'єкта захисту 25 з нанесеною оптичною інформаційною міткою 24 в пристрій ідентифікації, оптичному фур'є-перетворенні інтерференційної картини, зареєстрованої на інформаційній мітці 24, реєстрації кореляційного поля, включаючи нульовий дифракційний максимум, та потужності лазерного пучка на виході пристрою ідентифікації, порівнянні структури кореляційних піків та нульового дифракційного максимуму оптичного поля на виході пристрою ідентифікації, включаючи потужність лазерного пучка, з еталонною структурою, інформація про яку знаходиться в пам'яті спецпроцесора пристрою ідентифікації.

На фіг.7 приведена схема пристрою ідентифікації, який містить лазер 29, оптичну систему 30 фільтрації, розширення і колімації лазерного пучка, світлоподільник 31, фур'є-об'єктив 32, ПЗЗ-камеру 33, пристрій захоплення кадру (фрейм-граббер) 34, фотоприймач 35, що реєструє потужність нульового дифракційного максимуму, фотоприймач 36, що реєструє потужність лазерного пучка, лінзу 37, яка фокусує лазерний пучок для вимірювання його потужності, спецпроцесор 38 і індикаторний пристрій 39. Об'єкт захисту 25 з нанесеною інформаційною міткою 24 вводиться на вхід пристрою ідентифікації, колімований паралельний лазерний пучок освітлює інформаційну мітку 24, модулюється її фазово-рельєфною структурою і зчитує фазову інтерференційну картину, зареєстровану на мітці. Над зчитаною фазовою інтерференційною картиною за допомогою фур'є-об'єктива 32 здійснюється операція оптичного фур'є-перетворення, в результаті чого у заданій фокальній площині формується оптичне кореляційне поле 40, що містить набір кореляційних піків заданої структури і конфігурації та нульовий дифракційний максимум 41. За допомогою ПЗЗ-камери 33 оптичне кореляційне поле реєструється і його зображення захоплюється фрейм-граббером 34, в якому трансформується в цифровий код. Цифровий код подається в спецпроцесор 38, в якому обробляється і порівнюється з відповідною структурою еталонного кореляційного поля, в результаті чого виробляється сигнал ідентифікації. Вироблений сигнал ідентифікації подається в індикаторний пристрій 39, який повідомляє про ідентичність, або неідентичність об'єкту захисту.

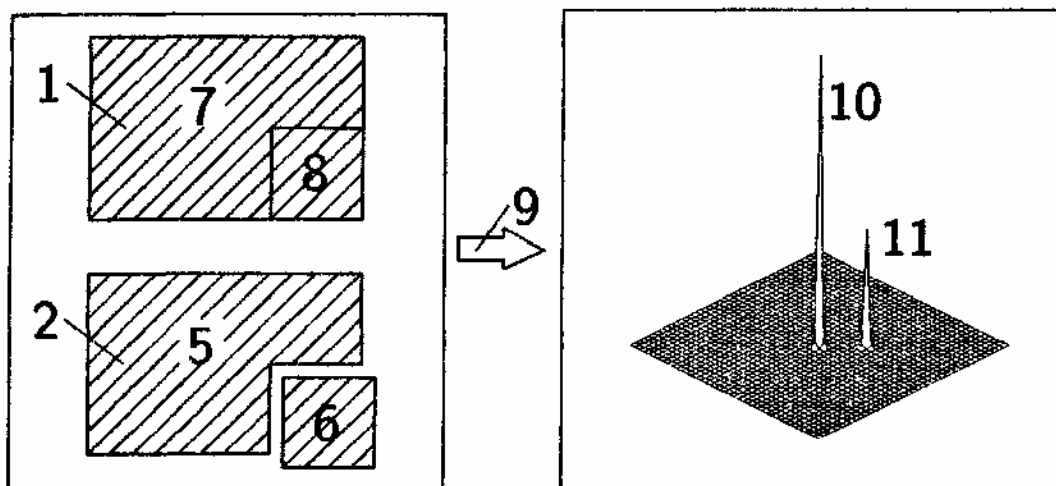
На фіг 8 приведений приклад оптичного кореляційного поля 40 з заданою структурою кореляційних піків і нульового дифракційного максимуму 41, що формується у заданій фокальній площині фур'є-об'єктива 32, яка співпадає з площиною розміщення матричного фотодатчика ПЗЗ-камери 33 і фотоприймача 35.



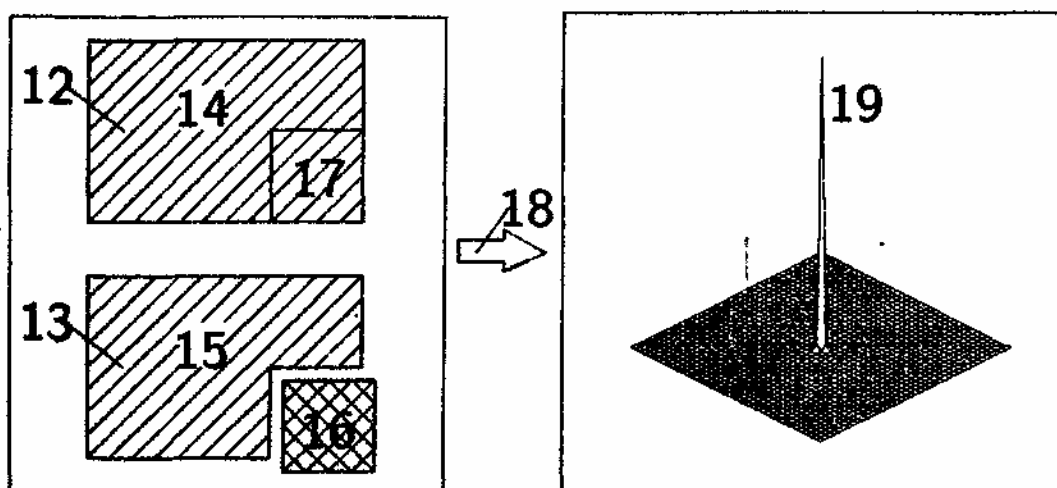
ФІГ. 1.



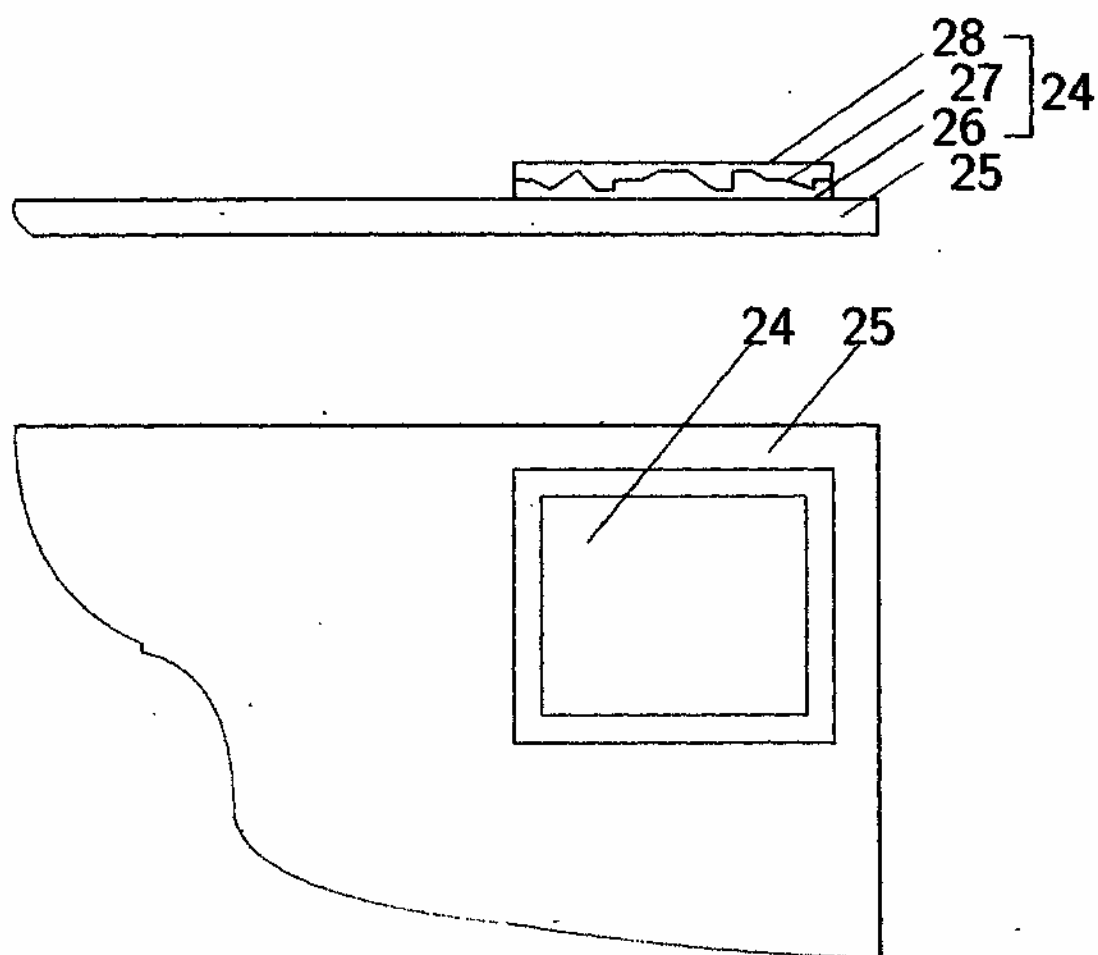
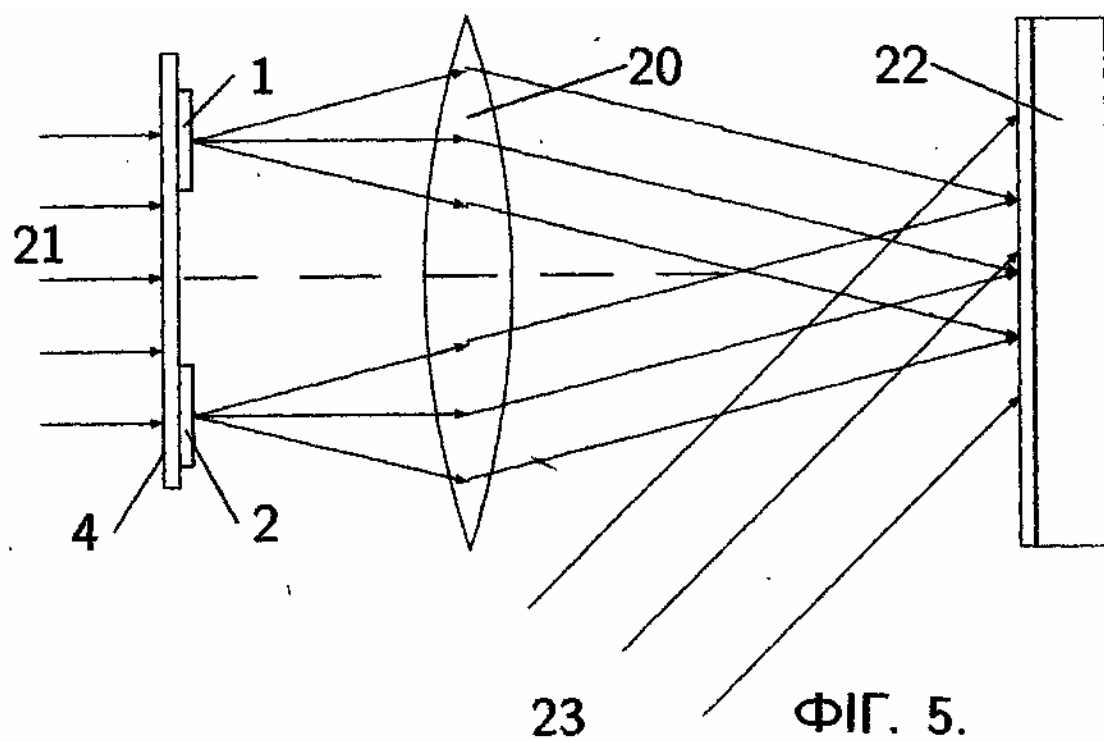
Фиг. 2.

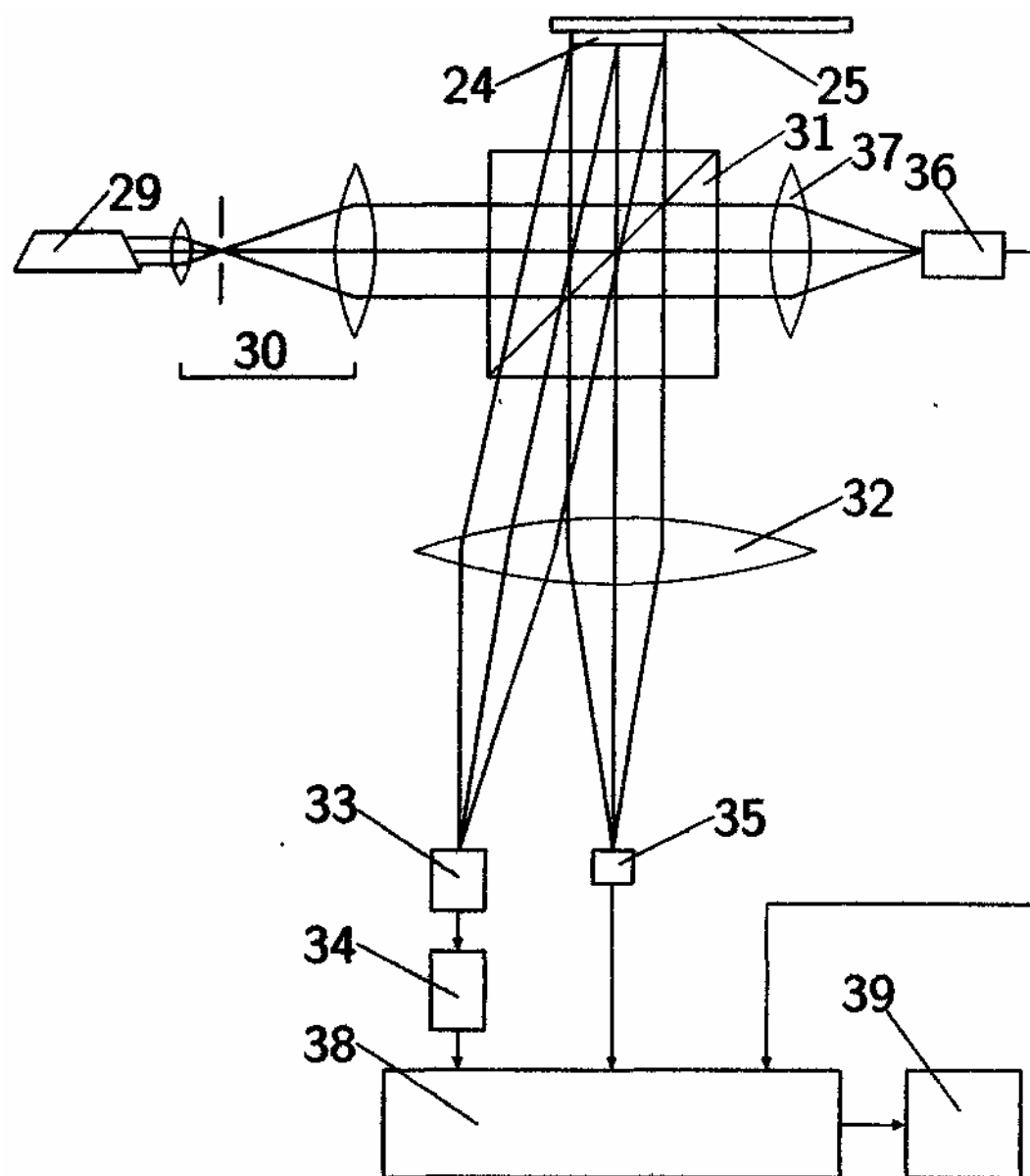


Фиг. 3.

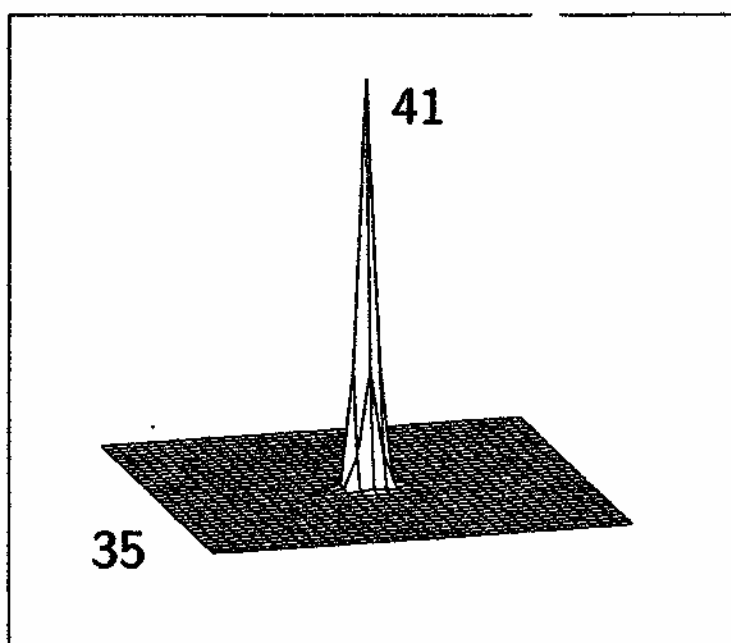
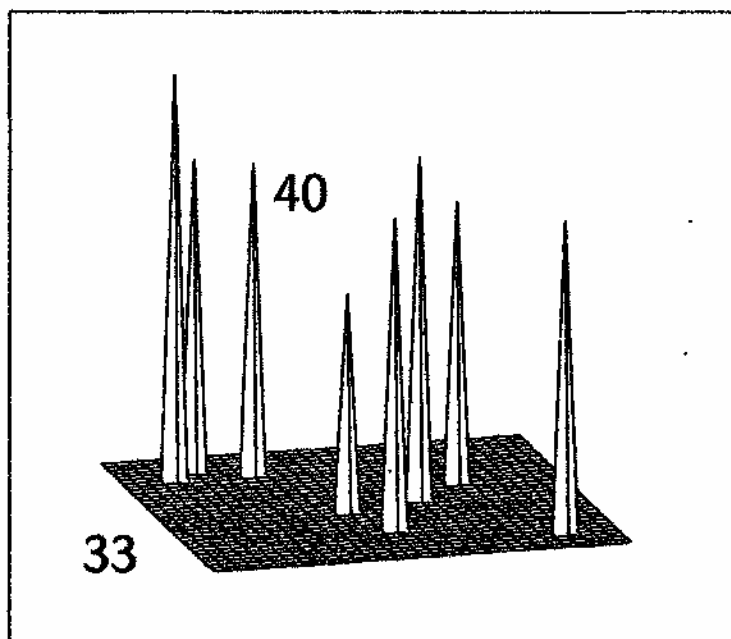


Фиг. 4.





ФИГ. 7.



Фиг. 8.