

Даний винахід стосується використання неорганічних частинок, які включають принаймні два хімічних елементи у попередньо заданому співвідношенні, яке може бути аналітичне визначено, способу маркування субстрату та способу маркування та ідентифікації субстрату та/або виробу.

Кодовані мікрочастинки, код яких є представлений принаймні трьома візуально відмінними забарвленими шарами органічних смол, та їх використання як мітки та/або засобу безпеки для попередження підробки виробів, були вже описані у патентах Німеччини № DE 2651528 та США № US 4329393. Спочатку ці частинки були розроблені для того, щоб дати змогу простежити шлях вибухових речовин від виробництва до детонації. Ці мітки продаються під торговою маркою Microtaggant чи Microtrace.

Оскільки єдиною кодуючою ознакою є послідовність кольорів шарів, галузь застосування цих міток є обмеженою розміром часток та добром матеріалу. Обов'язковою вимогою для багатьох галузей застосування, особливо друкарських фарб та споріднених продуктів, є розмір часток менше 30мкм. Лінії та зображення високого розділення важко одержати з використанням фарб, які містять частинки, що є більшими за саму друковану ознаку. Частинки, що зроблені з органічного ламінату, навряд чи можуть бути розмелені до потрібного діапазону розмірів.

Іншим недоліком цих органічних частинок є відсутність у них теплостійкості. Це призводить до деструкції мітки чи захисного елемента, коли виріб зазнає впливу вогню чи тепла.

Патент США № 5670239 описує композицію для делокалізованого мічення виробів, яке ускладнює підробку чи неналежну експлуатацію цих виробів. Композиція містить хімічні елементи, які є нерозповсюдженими, тобто більш чи менш рідкісні елементи з головних та побічних груп періодичної системи. Зокрема, цими елементами є ті, що мають лінію K_{α} рентгенівського спектра в діапазоні від 3,69кеВ до 76,315кеВ і можуть бути присутніми в елементарній формі або в формі будь-якої бажаної сполуки.

Композиції елементів та їх концентрації виконують роль делокалізовано захованої інформації, яка не може бути розрізнена неозброєним оком. Елемент інформації, наприклад, шифрований цифровий код або літерно-цифрова комбінація, може бути представлений набором характерних елементів чи сполук, де кожен з характерних елементів чи сполук є символом коду, а концентрація елемента чи сполуки виражає значення цього символу, наприклад, цифру чи літеру. Якщо характерний елемент чи сполука, що належать до набору, є відсутніми у композиції, то значенням відповідного символу є нуль чи пробіл.

Патент США № 5670239 має кілька недоліків. Цей метод маркування вимагає у будь-якому випадку визначення точних концентрацій компонентів маркувальних композицій у маркованих об'ємних матеріалах, покриттях чи друкарських фарбах. Це залежить від гомогенного розподілу маркувальних компонентів, які звичайно постачаються у вигляді розчинів. Виявлення сполук всіх бажаних елементів, які гомогенно розчиняються в композиції покриття, в усьому потрібному діапазоні концентрацій без утворення осадів, є досить складним.

Використання сумішей твердофазних матеріалів неможливо також внаслідок властивості їм тенденції до сегрегації за розміром часток, питомою вагою і т.п.

Додатковим недоліком є обмежений діапазон можливостей кодування, оскільки кожен характерний хімічний елемент може бути лише n -значним символом коду. Тому загальна кодувальна здатність для m характерних елементів дорівнює n^m . Обмежена кодувальна здатність спричинена тим фактом, що в делокалізованій системі кодування оцінюється лише хімічна інформація. Отже, код може бути зламаний будь-яким достатньо чутливим аналітичним методом, здатним давати кількісні результати, тобто, класичним елементарним аналізом, рентгенівським флуоресцентним аналізом, методом мас-спектрометрії з індуктивно зв'язаною плазмою (ICP-MS) та лазерною абляцією і т.п. Це полегшує декодування та аналіз для будь-якого потенційного шахрая.

Іншим недоліком патенту США № 5670239 є чутливість шифрованих даних до перешкодотвірних елементів. Один чи кілька елементів, що використовуються для шифрування, можуть випадково з якої-небудь причини потрапити усередину маркованого об'єкта чи на нього. Це заважатиме точному читуванню кодованого символу. Навпаки, наявність цього типу кодування може створювати перешкоди для інших систем захисту, зокрема, при використанні розчинних сполук рідкісноземельних іонів, які часто є люмінесцентними у видимій чи інфрачервоній областях спектра. Цей вид перешкод може спостерігатись у захищених документах, в яких мають бути поєднані численні системи захисту.

Тому метою даного винаходу є створення засобів маркування, які не виявляють недоліків відомого рівня техніки і є особливо придатними для використання у захищених документах.

Іншою метою винаходу є створення надійного з точки зору судової науки інструмента для маркування виробів проти підробки чи неналежного використання.

Іншою метою винаходу є створення маркувальних засобів, сумісних з існуючими системами захисту, особливо з тими, що використовуються в захищених документах і забезпечують їх автоматизоване машинне розпізнавання.

Іншим об'єктом винаходу є підвищення кодувальної здатності.

Іншим об'єктом винаходу є створення методу шифрування, який ускладнює аналіз готового матеріалу, і який не може бути зламаний більшістю звичайно доступних аналітичних засобів.

Іншою метою винаходу є створення засобу маркування, який є нечутливим до перешкодотвірних елементів.

Іншим об'єктом даного винаходу є створення засобу маркування, який не залежить від утворення гомогенних сумішей з основним матеріалом чи матеріалами виробу, або з покриттям чи друкарською фарбою, що мають бути марковані.

Ці цілі вирішуються за допомогою ознак, вказаних в незалежних пунктах формули винаходу.

Зокрема, вони вирішуються шляхом використання як засобу маркування принаймні одного типу неорганічних частинок, які включають принаймні два хімічних елементи у попередньо заданому співвідношенні, яке може бути аналітичне) визначено.

Ці частинки вводять до виробу чи наносять на нього як засіб маркування. Частинне співвідношення

елементів в цій неорганічній частинці, яке є характерним для кожного типу частинок, є кодом або частиною коду.

Частинки, що містять інформацію, можуть бути локалізовані методом скануючої електронної мікроскопії (SEM) з використанням детектування зворотно розсіяних електронів.

Отже, на першій стадії повинні бути локалізовані місця, тобто частинки, що містять інформацію. Після локалізації частинок, що містять інформацію, співвідношення хімічних елементів, які входять до цих частинок, може бути визначене шляхом енерго- чи хвиледисперсійного рентгенівського аналізу (EDX). Обидві стадії, тобто локалізація частинки та її аналіз, здійснюються за допомогою одного й того ж обладнання для SEM. Точне декодування мітки за даним винаходом пов'язане з використанням аналітичних методів, які поєднують мікроскопію для локалізації та елементарний аналіз для зчитування коду. Завдяки зосередженню кодованої інформації в принаймні одній локалізованій частинці зчитування інформації буде незалежним від гомогенності змішування. Кращим з практикованих сьогодні методів зчитування таких міток є SEM/EDX (скануюча електронна мікроскопія/енергодисперсійний рентгенівський аналіз). Об'єм частинки, достатній для належного зчитування методом SEM/EDX, становить порядку $0,01\text{мкм}^3$.

Іншою сприятливою властивістю аналізу методом SEM/EDX є його залежність від стандартів при одержанні надійних кількісних результатів. Кількість елемента, що входить до частинки, визначається з інтенсивності його характеристичного рентгенівського випромінювання. Однак це останнє залежить від точних умов збудження, тобто енергії збуджувального електронного пучка. Оскільки енергія збуджувального пучка у більшому чи меншому ступеню слабшає в залежності від густини матеріалу, аналіз треба проводити у порівнянні зі стандартними матеріалами аналогічної хімічної природи. Без таких стандартів кількісні результати можуть бути зовсім невірними. В застосуваннях, пов'язаних із забезпеченням захисту, стандарти та їх точний склад відомі власнику мітки, але не шахраю. Тому шахрай має покладатись на непрямі свідчення, внаслідок чого він буде нездатним скопіювати мітку, навіть якщо він має у своєму розпорядженні обладнання для SEM/EDX та діючу установку для синтезу матеріалів.

Маркувальні частинки можуть містити будь-який хімічний елемент.

Особливо корисними є елементи з другої половини періодичної системи, оскільки вони полегшують локалізацію частинки методом SEM. Однак, для кодування можна використати будь-який елемент, що має атомний номер не менше п'яти. Ці елементи розрізняються згаданими вище пристроями для детектування та аналізу.

Сполуки, що використовуються для кодування за даним винаходом, краще обирають з кристалічних сполук нестехіометричного складу або з різних типів стеклок. Для певних галузей застосування можуть бути використані кристалічні сполуки стехіометричного складу, які мають нижчий, але задовільний потенціал захисту. Сполуками зі стехіометричним складом є такі, що існують лише з визначеним елементарним співвідношенням. Прикладами сполук стехіометричного складу є карбонат кальцію (CaCO_3), кварц (SiO_2), барит (BaSO_4) і т.п.

Кристалічні речовини нестехіометричного складу є твердими речовинами з мікроскопічною впорядкованою структурою, тобто атомами, розташованими у певному порядку, який називається кристалічною структурою. Деякі кристалічні структури є досить терпимими до заміщення одного типу атомів на інший без необхідності змін в їх мікроскопічному порядку, за умови додержання певних загальних правил, таких як розміри атомів та нейтральність заряду. Прикладами таких структурних типів є шпінелі (AB_2O_4) та гранати ($\text{A}_3\text{B}_3\text{C}_3\text{O}_{12}$ або $\text{A}_3\text{B}_5\text{O}_{12}$), перовськіти (ABO_3), оксисульфіді лапгандів ($(\text{Y},\text{Ln})_2\text{O}_2\text{S}$), циркони (ABO_4) і т.п. Тут А, В, С позначають різні типи позицій, які входять до кристалічної структури; ці позиції мають бути зайняті відповідними іонами металів. Ln позначає ряд лантанідів, тобто елементи з 57 по 71. В усіх цих структурах якась певна позиція може бути зайнята або певним типом іонів металу, або одним з кількох різних типів хімічно подібних іонів металу.

Наприклад, всі сполуки FeSO_4 , ZnFe_2O_4 , $(\text{Zn}_x\text{Co}_{1-x})\text{Fe}_2\text{O}_4$ та $\text{Co}(\text{Fe}_{2-x}\text{Al}_x)\text{O}_4$ мають структуру шпінелі. В деяких з цих формул параметр x може бути вільно обраним, тобто існує одне чи кілька концентраційних співвідношень, які є стехіометричне невизначеними. Реалізація даного винаходу з метою одержання придатних частинок, які є носіями інформації, у великому ступеню оснований на існуванні сполук цього типу.

Стекля є некристалічними твердофазними матеріалами, які характеризуються відсутністю мікроскопічної впорядкованості. На атомному рівні структура скла нагадує рідину. Тому можна описати скло як рідину, що є надзвичайно в'язкою при кімнатній температурі. Склад скла може змінюватись у великому ступеню, і до матеріалу, що утворює основу скла, можуть бути введені (розчинені) різноманітні додаткові металеві іони. Відомі склоутворюючі матеріали належать до класу оксидів (B_2O_3 , SiO_2 і т.п.), фторидів (BeF_2 і т.п.), нітридів і т.д. Композиції скла мають нестехіометричний склад за визначенням, оскільки вони не мають кристалічної структури, стосовно якої може бути визначена стехіометрія. Єдиним обмежувальним фактором при утворенні скла є розчинність, тобто здатність усіх бажаних складових утворити гомогенну суміш в єдиному розплаві і залишитись у такому стані під час охолодження. Придатними для використання з метою маркування за даним винаходом є дуже екзотичні стекла, тобто стекла, які містять Si, Ge, Al, La, Ta, Er та O в різних елементарних співвідношеннях. Стекла можуть бути розмелені до бажаного розміру частинок, хоч такий помел потребує передової технології, якщо треба одержати високодисперсні частинки в діапазоні 3-5мкм.

За іншим варіантом втілення частинка складається з металевого сплаву, такого як алніко, латунь, бронза і т.д.

Всі типи частинок можуть бути використані окремо або у будь-якій бажаній комбінації.

Один з варіантів втілення даного винаходу полягає в тому, що частинка, яка є носієм інформації, складається з накладених один на один шарів, що включають хімічні елементи в нестехіометричному чи стехіометричному співвідношенні.

Неорганічні частинки можуть мати будь-яку форму, включаючи частинки неправильної, а також

правильної форми. Розмір вказаних частинок по суті знаходиться в інтервалі від 0,1 до 30 мікрметрів, краще в інтервалі від 0,5 до 10 мікрметрів, ще краще в інтервалі від 1 до 5 мікрметрів. «По суті» означає, що 80% або більше від загальної ваги матеріалу попадає до вказаного інтервалу. Об'єм індивідуальних частинок по суті знаходиться в інтервалі від $0,01\text{мкм}^3$ до 10000мкм^3 , краще в інтервалі від $0,1\text{мкм}^3$ до 1000мкм^3 , ще краще в інтервалі від 1мкм^3 до 100мкм^3 .

Неорганічні частинки за даним винаходом можуть бути змішані з будь-яким середовищем-носієм, що є здатним утворювати стабільні дисперсії вказаних частинок та утримувати частинки на місці для локалізації та аналізу. Краще ці частинки вводять до якої-небудь композиції покриття та друкарської фарби, які наносять на будь-який субстрат, котрий треба маркувати. За кращим варіантом втілення винаходу, якщо мітка має залишитись невидимою для людини, плівкотвірне середовище-носіє обирають таким чином, щоб воно було прозорим у видимому діапазоні електромагнітного спектра. За іншим варіантом втілення винаходу, частинки вводять до об'єму матеріалів, які потім одержують бажану для них форму шляхом екструзії, лиття, інжекційного формування, вальцювання і т.п. Композиції покриття чи друкарські фарби, що включають вказані частинки, можуть бути нанесені на субстрат-основу будь-яким відомим способом. Вони включають розпилювання, нанесення кистю, занурювання, друкування. Друкування може бути здійснено, наприклад, за технологіями металографії, глибокого друку, офсетного друку, шовкотрафаретного друку, високого друку, флексографії та спорідненими технологіями.

Частинки, що є носіями інформації, можуть бути також введені до порошкоподібних композицій покриттів, тонерів і т.п., а також до паперу, захисних плівок, пластикових листів та до волокон, зокрема, для цінних паперів, банкнот, чеків і т.д., та для захищених документів, паспортів, водійських прав і т.д. Крім того, вони можуть бути використані в кредитних картках, ідентифікаційних картках, картках-перепустках та усіх інших типах карток, що надають якісь права чи мають якусь цінність.

Придатна кількість частинок, що є потрібною для надійного детектування та аналізу, складає від 0,0001% до 10%, краще від 0,001% до 1%, ще краще від 0,01% до 0,1% мас. від загальної ваги композиції чи матеріалу, до яких їх додають.

Захист проти підробок посилюється, якщо вказані частинки додатково мають люмінесцентні, магнітні, радіочастотні властивості, характеристики ІЧ-поглинання та/або мікрохвильового резонансу. Композиції покриття та/або друкарських фарб можуть бути нанесені на будь-який захищений документ для попередження підробки чи несанкціонованого продажу та використання вказаного документа.

Зчитування кодів за даним винаходом може бути здійснено за допомогою будь-якого існуючого на даний час скануючого електронного мікроскопу (СЕМ) за умови, що він обладнаний детектором зворотного розсіяння електронів та рентгенівським детектором для енерго- чи хвиледисперсійного аналізу. Дані у наведених нижче прикладах одержані за допомогою трьох різних інструментів (LEO 435 VP, Philips XL30W та Hitachi S-3500N), які можуть бути використані з цією метою без якихось обмежень.

В скапуючій електронній мікроскопії зразок сканується дуже тонко сфокусованим електронним пучком, з розміром плями від 5 до 10 нм та енергією електронів від 1 до 30 кВ. Коли цей первинний промінь ударяє зразок, створюються різні типи вторинного випромінювання, які можуть бути детектовані за допомогою відповідних пристроїв. Графік залежності інтенсивності сигналу від відповідного детектора від координат скануючого електронного пучка утворює зображення СЕМ. В залежності від енергії електронів та густини зразка первинний промінь проникає на більшу чи меншу глибину до матеріалу зразка. Наприклад, промінь в 20 кВ проникає до матриці органічної друкарської фарби на глибину від 5 до 8 мкм.

Найважливішими типами вторинного випромінювання є такі:

(i) Вторинні електрони, тобто електрони матеріалу зразка, які випромінюються після зіткнення з електронами первинного пучка. Вторинні електрони мають низьку енергію (менш ніж 50 еВ) і тому можуть вилітати лише з самої поверхні зразка. Внаслідок цього детектування вторинних електронів дає топографічне зображення поверхні зразка («топографічний контраст»).

(ii) Зворотно-розсіяні електрони, тобто електрони первинного пучка, які розсіюються на ядрах чи остовах атомів зразка. Зворотно-розсіяні електрони мають високі енергії, близькі до енергії первинного пучка, і можуть вилітати з усієї глибини проникнення до зразка. Оскільки здатність атома до розсіяння електронів зростає з його атомним номером, зворотно-розсіяні електрони створюють зображення хімічної природи зразка («хімічний контраст»).

(iii) Рентгенівські промені, які утворюються в результаті заповнення вакантних електронних оболонок атомів зразка після зіткнення з електронами первинного пучка. Кожен атом випромінює свій характеристичний рентгенівський спектр, що складається з K-, L-, M- і т.д. серій ліній, які можуть бути використані для того, щоб зробити висновок про присутність в зразку певного хімічного елемента, а також для визначення його відносної кількості, якщо є стандарт для порівняння. Інтенсивність одержаної рентгенівської емісії у значному ступені залежить від енергії збуджувального первинного електронного пучка, а також від присутності на шляху пучка матеріалу, що поглинає рентгенівське випромінювання. Загалом, енергія скануючого електронного пучка має принаймні приблизно вдвічі перевищувати енергію емісійних ліній, які мають спостерігатись, а емісійні лінії з енергією менш, ніж 2 кВ, будуть вже називатись втрачені на поглинання у матриці органічної друкарської фарби. Звичайно енергія первинного пучка в СИМ становить 20 кВ. За цих умов, елементи приблизно до бром (атомний номер 35) краще визначати за їх K-лініями, тоді як елементи від рубідію до бісмуту (атомні номери з 37 по 83) краще визначати за їх L-лініями. Для більш важких елементів останньої групи певний інтерес мають також M-лінії, які краще використовуються для визначення лантанідів. При розрахунках площі піків K-, L- та M-серій ліній інтегруються окремо і враховуються в залежності від пристрій-специфічних розрахункових методів.

Наведені далі креслення та приклади додатково пояснюють даний винахід, який, однак, не є обмеженим ними.

Фігура 1 показує зображення частинки неорганічної кристалічної речовини нестехіометричного складу, що є носієм інформації за даним винаходом, одержане методом СЕМ, яку введено до друкарської фарби

для металографії, за умов детектування зворотно-розсіяних електронів («хімічний контраст»).

Фігура 2 показує зображення кількох частинок неорганічної кристалічної речовини нестехіометричного складу, що є носіями інформації за даним винаходом, одержане методом СЕМ, у друкарській фарбі з оптично-змінними властивостями для шовкотрафаретного друку.

Фігура 3 є зображенням тих самих частинок, що й на Фігурі 2, одержаним методом СЕМ, у друкарській фарбі з оптично-змінними властивостями для металографічного друку.

Фігура 4 є зображенням об'ємної кількості частинок кристалічної неорганічної речовини нестехіометричного складу, що є носіями інформації, одержаним методом СЕМ, візуалізованим шляхом детектування зворотно-розсіяних електронів.

Фігура 5 зображує енергодисперсійний рентгенівський спектр однієї з частинок кристалічної речовини нестехіометричного складу, локалізованих на Фігурі 2.

Фігура 6 зображує таблицю з результатами аналізу, що одержані методом скануючої електронної мікроскопії/енергодисперсійного рентгенівського аналізу (SEM/EDX), для неорганічних частинок за даним винаходом.

Фігура 7 показує зображення неорганічних частинок типу скла, які є носіями інформації за даним винаходом, одержане методом СЕМ.

Фігура 8 зображує енергодисперсійний рентгенівський спектр однієї з частинок з Фігури 7. Її хімічний склад є таким - $\text{GeO}_2\text{-SiO}_2\text{-La}_2\text{O}_3\text{-Er}_2\text{O}_3\text{-Ta}_2\text{O}_5$.

Фігури 1-4 показують локалізацію частинок, що є носіями інформації, на електронних мікрофотографіях, одержаних шляхом детектування зворотно-розсіяних електронів. Неорганічні частинки в цих випадках мали такий склад: $(\text{Y}_{(2-u-v-w-x)}\text{Nd}_u\text{Gd}_v\text{Er}_w\text{Yb}_x)\text{O}_2\text{S}$.

Фігура 6 зображує таблицю з результатами аналізів, що одержані методом скануючої електронної мікроскопії/енергодисперсійного рентгенівського аналізу (SEM/EDX), для неорганічних частинок за даним винаходом. Перша колонка містить результати аналізу, що одержані методом SEM/EDX, одержані для окремої частинки з Фігури 4 з використанням внутрішнього калібрування інструмента та алгоритмів по елементарному співвідношенню стандартної частинки, яку буде мати лише власник вказаного стандарту. Кожна з колонок 2, 3 та 4 містить результати аналізів, що одержані методом SEM/EDX для окремого кристала маркера, введенного до двох різних друкарських фарб для металографії в концентрації 1% та 0,1%, відповідно. Ці аналізи були проведені на віддрукованих на замовлення матеріалах з використанням цих фарб.

Підвищена кодувальна здатність такого типу маркування за даним винаходом, а також його стійкість до перешкодо твірних елементів та спроб проведення аналізу з метою створення підробок буде проілюстрована на такому прикладі:

Приклад:

Кодуючі частинки P1 : $(\text{Y}_{1,6}\text{Nd}_{0,2}\text{Gd}_{0,2})\text{O}_2\text{S}$

Кодуючі частинки P2: $(\text{Y}_{1,0}\text{Gd}_{0,6}\text{Yb}_{0,4})\text{O}_2\text{S}$

Кодуючі частинки P3: $(\text{Y}_{1,3}\text{Nd}_{0,1}\text{Gd}_{0,4}\text{Yb}_{0,2})\text{O}_2\text{S}$

Маскувальний матеріал C1: La_2O_3

Маскувальний матеріал C2: Gd_2O_3

Кодування, що здійснене з використанням 1:1 суміші P1 та P2, може бути відрізнено, згідно з даним винаходом, від кодування, яке здійснене за допомогою P3. Метод за патентом США № 5670239 не розрізнятиме ці два випадки. Це ілюструє підвищену кодувальну здатність засобів маркування за даним винаходом.

Кодування, що здійснене з використанням 1:1 суміші P1 та маскувального матеріалу C1, може бути легко декодоване як таке, що має елементарне співвідношення $(\text{Y}_{1,6}\text{Nd}_{0,2}\text{Gd}_{0,2})$; достатньо лише локалізувати один кристал частинки $(\text{Y}_{1,6}\text{Nd}_{0,2}\text{Gd}_{0,2})\text{O}_2\text{S}$ та провести його аналіз. Оскільки метод за патентом США № 5670239 буде додатково враховувати La_2O_3 , він дасть у цьому випадку загальне елементарне співвідношення $(\text{La}_{1,0}\text{Y}_{0,8}\text{Nd}_{0,1}\text{Gd}_{0,1})$. Таке саме співвідношення складових буде одержане методами класичного елементарного аналізу, рентгенівської флуоресценції, мас-спектрометрії з індуктивно зв'язаною плазмою (ICP-MS) та лазерною абляцією і т.п., що підтверджує підвищену стійкість проти спроб аналізу засобів маркування за даним винаходом з метою створення підробок.

Такий саме результат буде одержано при здійсненні кодування з використанням суміші P1 та маскувального матеріалу C2. Метод SEM/EDX однаково буде в змозі правильно зчитати мітку, тоді як інші аналітичні методи покажуть зовсім невірний вміст гадолінію. Це ілюструє стійкість кодування за даним винаходом проти перешкодотвірних елементів, які можуть з іншої причини знаходитись на поверхні чи усередині кодованого виробу. З іншого боку, маскувальний матеріал може бути додано цілеспрямовано для того, щоб ввести в оману будь-якого потенційного шахрая.

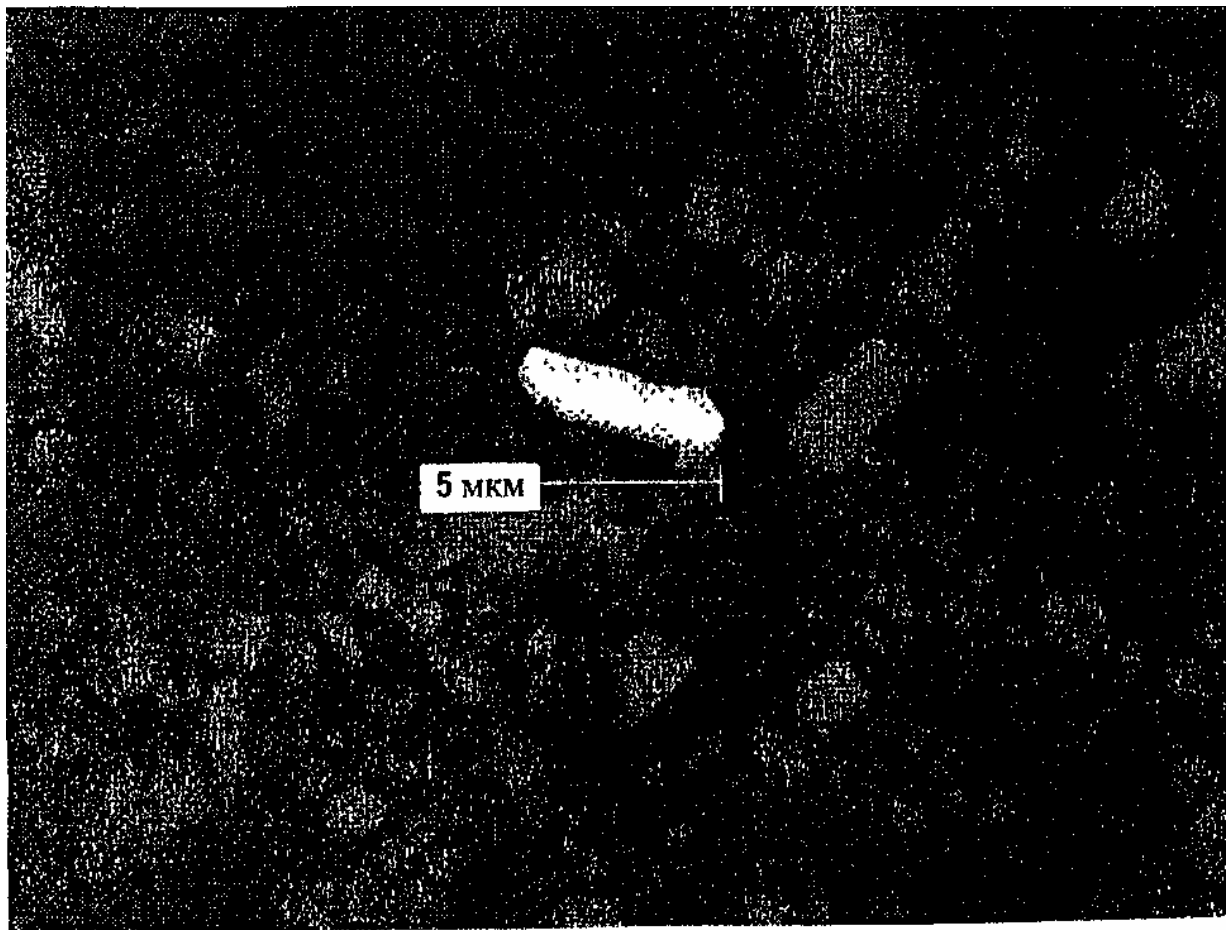


Fig.1

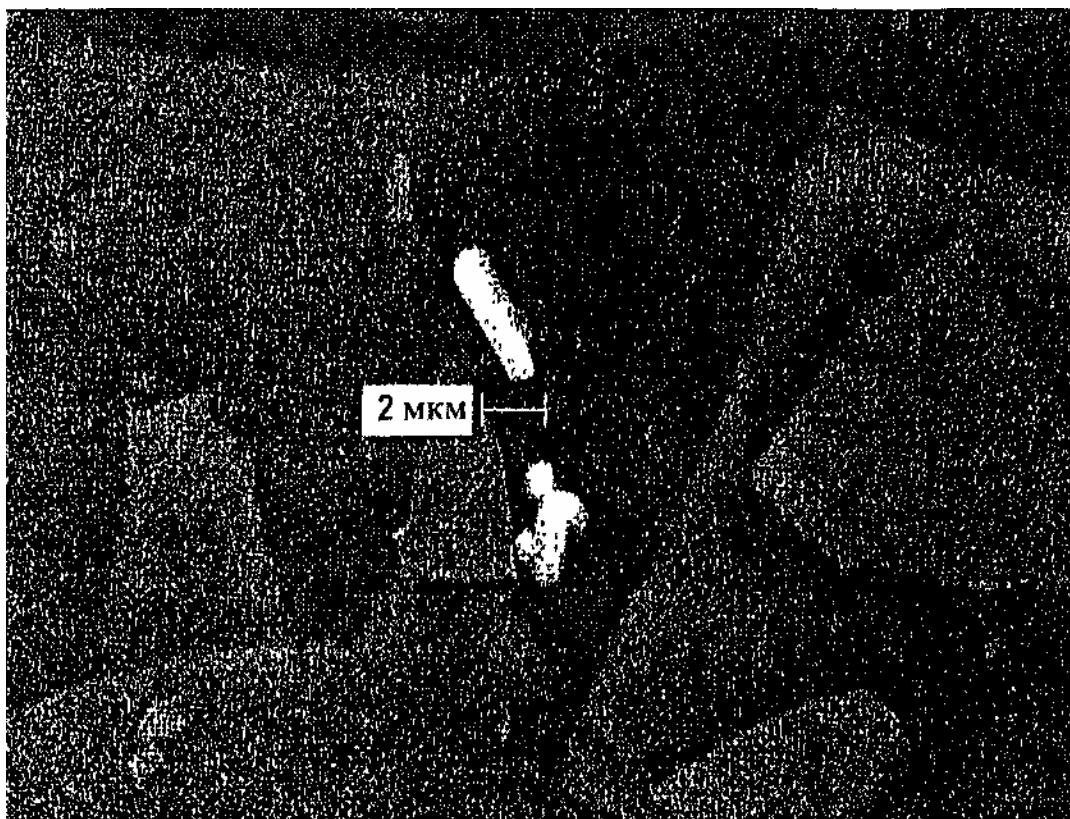
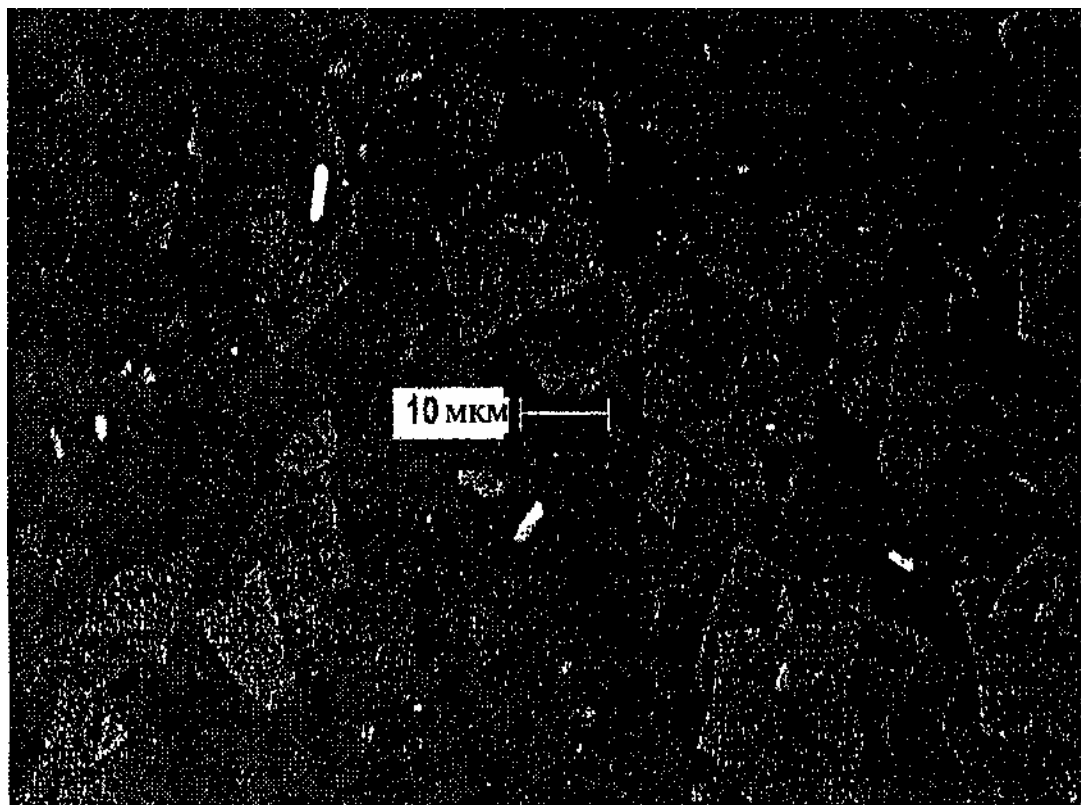
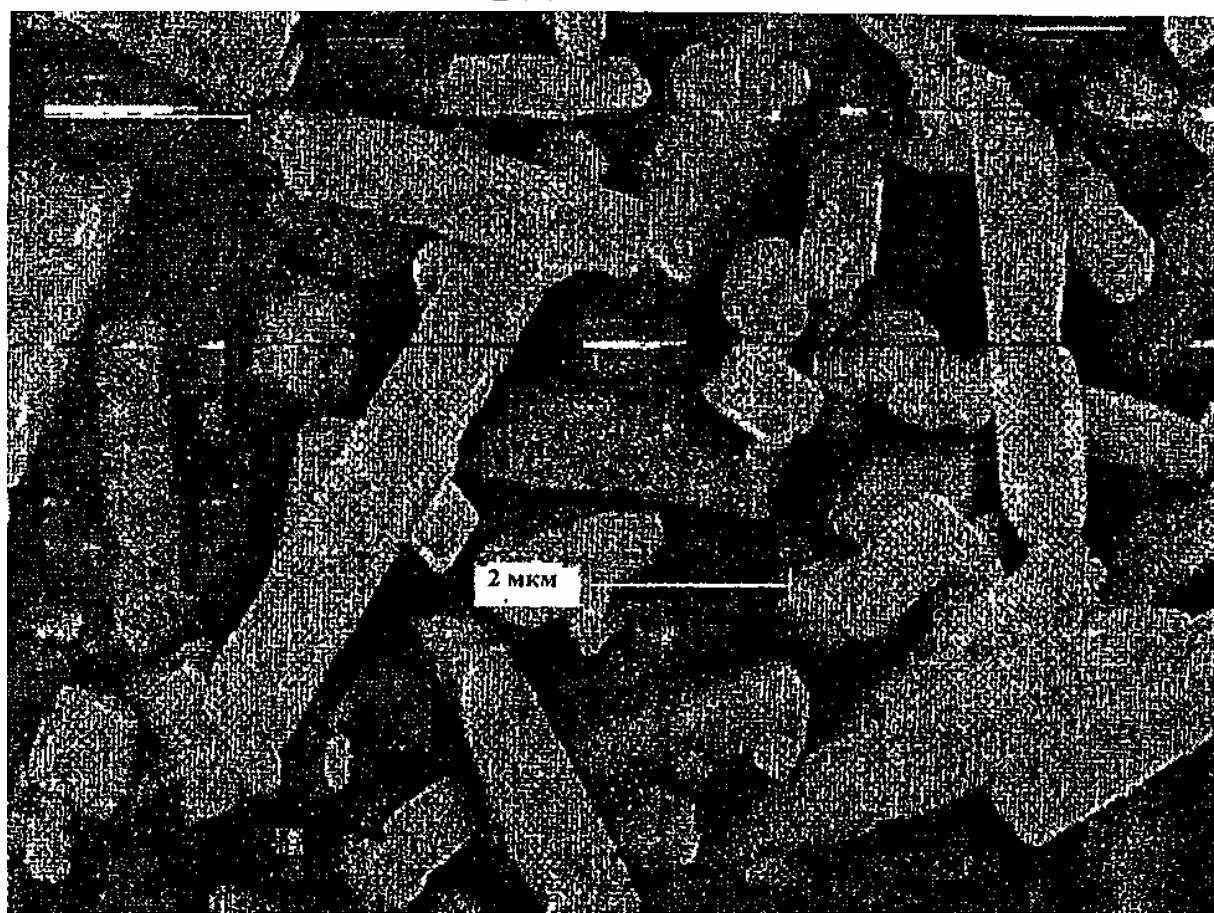


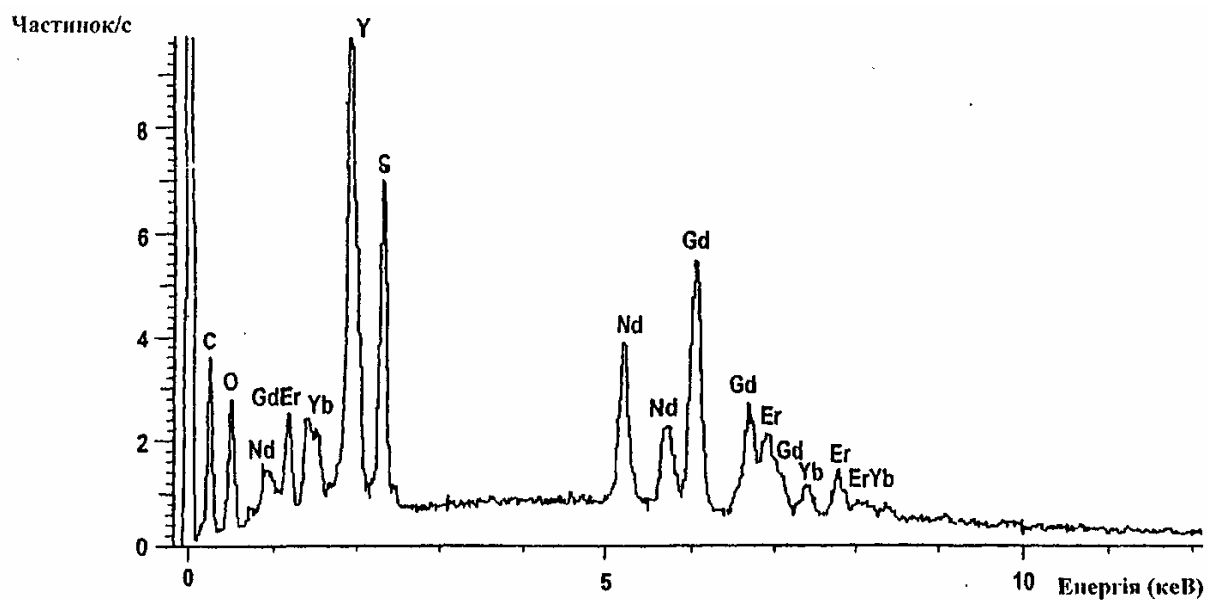
Fig.2



Фиг.3



Фиг.4



Фіг.5

	Аналіз композиції для маркування методом SEM/EDX (насипний матеріал)	Аналіз домішки 1% композиції для маркування в фарбі для металографічного друку I методом SEM/EDX	Аналіз домішки 1% композиції для маркування в фарбі для металографічного друку II методом SEM/EDX	Аналіз домішки 1% композиції для маркування в фарбі для металографічного друку II методом SEM/EDX
Y_2O_2S	47,43	43,35	44,03	47,22
Nd_2O_2S	13,17	14,42	15,72	13,07
Gd_2O_2S	22,72	27,14	25,11	24,59
Er_2O_2S	9,29	9,17	8,34	10,66
Yb_2O_2S	7,40	5,91	6,81	4,46
	100,01	99,99	100,01	100,00

Фіг.6

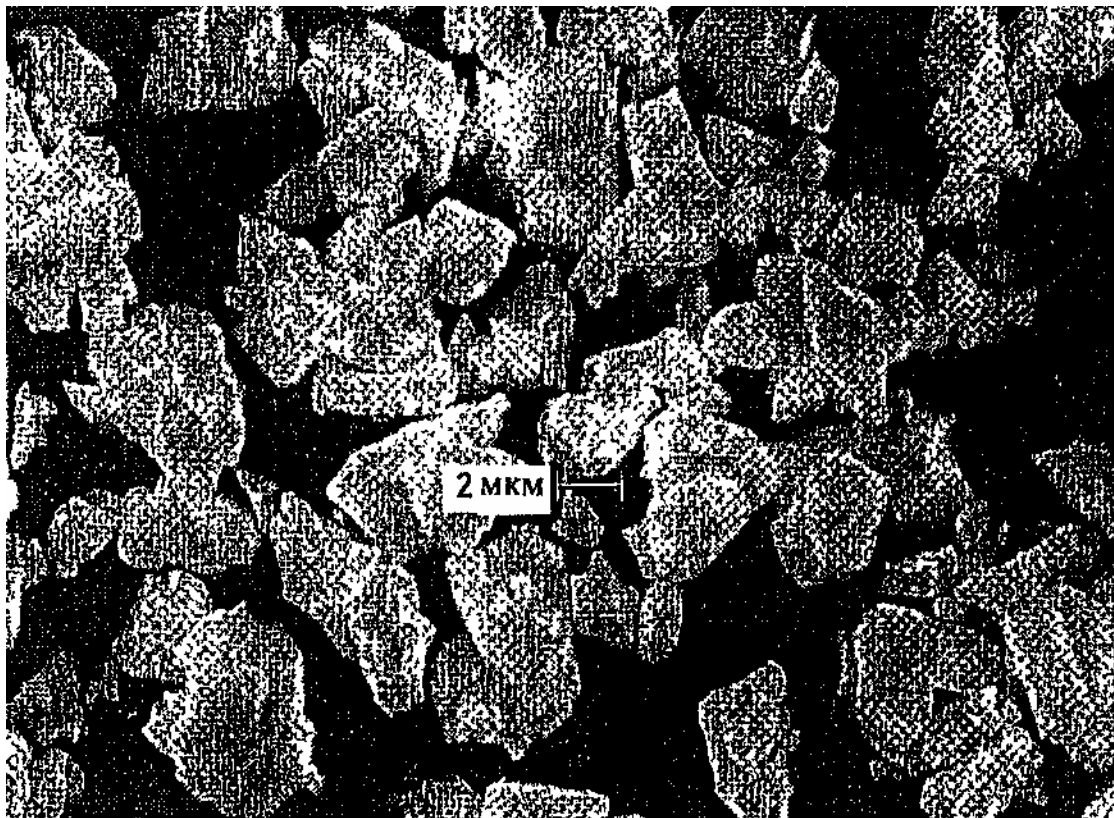


Fig. 7

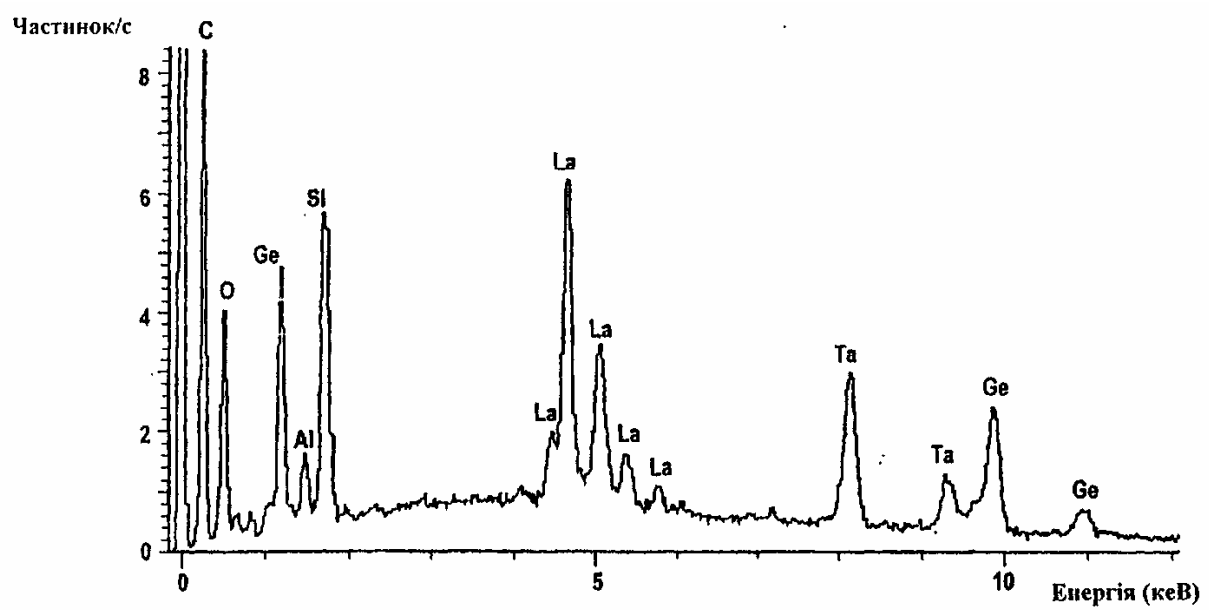


Fig. 8