



УКРАЇНА

(19) **UA** (11) **128153** (13) **C2**
(51) МПК (2024.01)
G06T 7/00

НАЦІОНАЛЬНИЙ ОРГАН
ІНТЕЛЕКТУАЛЬНОЇ ВЛАСНОСТІ
ДЕРЖАВНА ОРГАНІЗАЦІЯ
"УКРАЇНСЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ
ОФІС ІНТЕЛЕКТУАЛЬНОЇ
ВЛАСНОСТІ ТА ІННОВАЦІЙ"

(12) ОПИС ДО ПАТЕНТУ НА ВИНАХІД

(21) Номер заявки:	а 2018 11245	(72) Винахідник(и):	Гансен Марк (GB), Гейлз Айан (GB), Фарук Абдул (GB), Сміт Мелвін (GB), Деніел Гвен (GB)
(22) Дата подання заявки:	11.05.2017	(73) Володілець (володільці):	БЕЛРОН ІНТЕРНЕТНЛ ЛТД, Milton Park, Stroude Road, Egham, Surrey TW20 9EL, United Kingdom (GB)
(24) Дата, з якої є чинними права інтелектуальної власності:	25.04.2024	(74) Представник:	Кукшина Тетяна Архипівна, реєстр. №88
(31) Номер попередньої заявки відповідно до Паризької конвенції:	1608455.0	(56) Перелік документів, взятих до уваги експертизою:	WO 2015/173594 A2, 19.11.2015 US 6115118 A, 05.09.2000
(32) Дата подання попередньої заявки відповідно до Паризької конвенції:	13.05.2016		
(33) Код держави-учасниці Паризької конвенції, до якої подано попередню заявку:	GB		
(41) Публікація відомостей про заявку:	25.01.2019, Бюл.№ 2		
(46) Публікація відомостей про державну реєстрацію:	24.04.2024, Бюл.№ 17		
(86) Номер та дата подання міжнародної заявки, поданої відповідно до Договору РСТ	PCT/GB2017/051316, 11.05.2017		

(54) ПРИСТРІЙ ТА СПОСІБ ДЛЯ АНАЛІЗУ ПОШКОДЖЕННЯ**(57) Реферат:**

Описано спосіб та пристрій, які дозволяють аналіз пошкодження у скляній панелі транспортного засобу без запрошення технічного персоналу. Ці спосіб та пристрій застосовують шляхом зйомки зображення пошкодження та обробки цього зображення, щоб виявити придатність скляної панелі для усунення пошкодження або її заміни.

UA 128153 C2

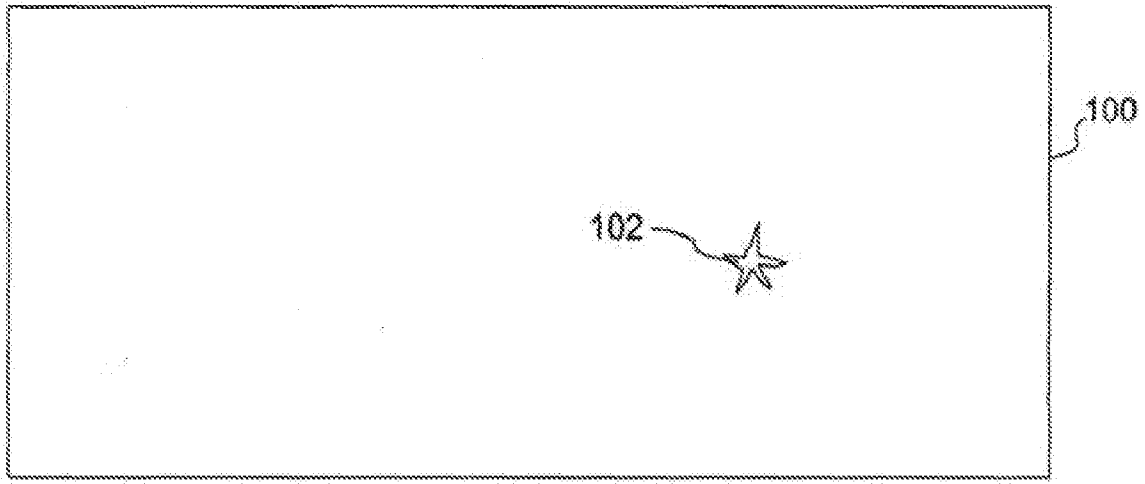


Fig. 1

Галузь техніки

Цей винахід загалом стосується пристрою та способу. Зокрема, але не виключно, винахід стосується пристрою та способу, який використовується, для аналізу пошкодження скляних панелей транспортного засобу. Більш конкретно, але не виключно, винахід стосується способу та пристрою для аналізу тріщин у склі, зокрема у скляній панелі транспортного засобу.

Рівень техніки

Під час руху транспортного засобу наявність сміття та іншого матеріалу на дорозі може спричинити потрапляння такого матеріалу на шлях руху і, якщо такий матеріал стикається з вітровим склом, то це може спричинити появу тріщин, пробоїн або інших пошкоджень на такому вітровому склі, що буде вимагати необхідності усунення пошкодження або заміни скляної панелі транспортного засобу.

З міркувань безпеки та економії важливо, щоб така робота виконувалася якомога швидше, оскільки ці тріщини можуть поширюватися далі у вітровому склі через вплив несприятливої погоди, наприклад, це може спричинити зростання тріщини. Це може спричинити зміну тріщини від стану, що вимагає незначного усунення пошкодження, до стану, коли необхідна повна заміна вітрового скла.

Необхідно провести оцінку того, чи можна усунути пошкодження скляної панелі транспортного засобу усуненням пошкодження. Якщо оцінка показує, що усунення пошкодження не є можливим, необхідно буде замінити скляну панель.

Особливості та варіанти здійснення були задумані з урахуванням сказаного вище.

Суть винаходу

З огляду на перший аспект, винахід забезпечує спосіб аналізу пошкодження пошкоджень у скляній панелі транспортного засобу, який включає: зйомку зображення пошкодження у скляній панелі транспортного засобу; обробку зображення пошкодження.

З огляду на другий аспект, винахід забезпечує пристрій для аналізу пошкодження у скляній панелі транспортного засобу, який містить: камеру, розташовану для зйомки зображення пошкодження у скляній панелі транспортного засобу; модуль оперативної обробки, що обробляє зображення пошкодження.

За бажанням, пристрій може мати мобільний обчислювальний пристрій, який має камеру. Мобільний обчислювальний пристрій - це електронний пристрій, налаштований на зйомку зображень. Це може бути мобільний телефон (наприклад, смартфон), портативний комп'ютер, планшет, фаблет або камера. Мобільний обчислювальний пристрій має камеру для зйомки зображень.

Мобільний обчислювальний пристрій також може містити модуль обробки.

Спосіб або пристрій відповідно до першого та другого аспектів дає змогу використати зображення пошкодження на поверхні для аналізу пошкодження. Це усуває необхідність фізичної присутності технічного спеціаліста для проведення будь-якого аналізу тріщині.

Визначення необхідності заміни скляної панелі може базуватися на обробці зображення. Таким чином, спосіб на основі обробки зображення може включати операцію визначення того, чи потрібно замінити скляну панель, та/або скляна панель підходить для усунення пошкодження.

Зображення пошкодження може бути зняте під кутом, тобто з нахилом відносно скляної панелі транспортного засобу.

Зображення може бути зняте мобільним обчислювальним пристроєм, що тримається в контакті з поверхнею скляної панелі, при цьому мобільний обчислювальний пристрій має камеру. Мобільний обчислювальний пристрій може бути, наприклад, мобільним телефоном, таким як смартфон, оснащеним камерою. Винахід може бути реалізований з допомогою програмного компонента для обробки даних зображення, знятого з камери, щоб визначити, чи можливо усунути пошкодження або потрібна заміна скляної панелі. Програмний компонент може бути завантажений у пристрій, наприклад, як окремий додаток або подібним чином. Програмний компонент може містити алгоритм для виконання визначення, а також переважно відображати інструкції користувачу щодо здійснення способу визначення.

Згідно з іншим аспектом винахід включає комп'ютерний спосіб, що застосовується для визначення технічної інформації щодо пошкодження, присутнього у скляній панелі транспортного засобу, який включає операцію завантаження програмного компонента на мобільний обчислювальний пристрій, що має камеру, при цьому, програмний компонент забезпечує обробку інформації про зображення, зроблене з допомогою камери, для того, щоб визначити, чи може пошкодження бути відремонтоване, або потрібно скляну панель з пошкодженням замінити.

Мобільний обчислювальний пристрій може бути нахилений для огляду пошкодження у заздалегідь визначеному положенні в полі зору камери. Вихідне положення може бути досягнуте шляхом нахилу обчислювального пристрою до панелі так, що край пристрою контактує з панеллю.

Наперед визначене положення, при якому мобільний обчислювальний пристрій може бути нахилений для огляду пошкодження, може бути позначене на шкалі дисплея камери або на мобільному обчислювальному пристрої, що містить камеру (наприклад, на екрані).

Додатково або альтернативно, на шкалі може бути вказаний центр поля зору (наприклад, на екрані).

Необов'язково, камера або мобільний обчислювальний пристрій спочатку можуть бути укладений на поверхні скляної панелі. Потім мобільний обчислювальний пристрій може бути повернутий або нахилений від скляної панелі, при цьому щонайменше частина мобільного обчислювального пристрою залишається в контакті зі скляною панеллю.

Необов'язково, камеру розташовують в наперед визначеному положенні відносно пошкодження до повороту мобільного обчислювального пристрою. Наприклад, спосіб може включати вирівнювання частини мобільного обчислювального пристрою в наперед визначене положенні відносно пошкодження.

У деяких варіантах здійснення, край модуля зйомки зображення, наприклад верхній край, може бути вирівняний суміжно (або безпосередньо нижче) з найнижчою точкою місця пошкодження. Це означає, що початкова відстань між камерою та найнижчою точкою місця пошкодження може бути визначена, використовуючи геометричні розміри мобільного обчислювального пристрою.

Потім модуль зйомки зображення або мобільний обчислювальний пристрій може бути повернутий від скляної панелі, причому, нижній край мобільного обчислювального пристрою залишається в контакті зі скляною панеллю. Потім знімають зображення пошкодження.

Спосіб може включати обертання або нахилення мобільного обчислювального пристрою доки пошкодження є видимим при наперед визначеному положенні в полі зору камери.

Необов'язково, спосіб включає поворот мобільного обчислювального пристрою, доки пошкодження є в центрі поля зору камери.

Спосіб може включати застосування геометричних параметрів мобільного обчислювального пристрою та параметрів об'єктива камери для оцінки параметрів пошкодження. Параметри пошкодження включають один або більше просторових розмірів, що вказують на розмір пошкодження.

Наприклад, з допомогою наведеного вище способу геометричні параметри мобільного обчислювального пристрою та параметри об'єктива камери можуть застосовуватися для визначення довжини однієї або більше променевих відгалужень пошкодження та/або розміру (наприклад, ширина / діаметр) центра місця пошкодження.

Геометричні параметри мобільного обчислювального пристрою можуть використовуватися для визначення кута повороту (або кута нахилу) між мобільним обчислювальним пристроєм та скляною панеллю.

Якщо оцінений розмір пошкодження (наприклад, довжина одного променевого відгалуження пошкодження) перевищує заданий поріг, то цим способом може визначити, що скляна панель повинна бути замінена. Якщо оцінений розмір пошкодження (наприклад, довжина одного променевого відгалуження пошкодження) менше, ніж заданий поріг, то способом можна визначити, чи скляна панель є придатною для усунення пошкодження.

Обробка зображення може базуватися на геометричних параметрах мобільного обчислювального пристрою для зйомки зображення пошкодження.

Обробка зображення може також базуватися на чіп параметрах для камери та/або мобільного обчислювального пристрою.

Обробка зображення може генерувати набір точок даних, які використовують для утворення діаметра пошкодження, який може бути використаний для визначення вимоги для заміни скляної панелі транспортного засобу.

Спосіб може включати виведення сигналу або індикації, що вказує на необхідність усунення пошкодження або заміни скляної панелі.

Пошкодження у скляній панелі може мати центр і одне або більше променевих відгалужень. Така форма пошкодження є звичайною, коли невеликий камінь або інший об'єкт вдаряє по скляній панелі. Одне або більше променевих відгалужень (або тріщин), як правило, відходять по радіусу від центру пошкодження.

Центр пошкодження може бути, по суті, круглої форми.

Визначення необхідності заміни скляної панелі або усунення пошкодження можна здійснити по даним, що свідчать про центр пошкодження та одне або більше променевих відгалужень пошкодження.

5 Спосіб може включати ідентифікацію центру пошкодження та одного або більше променевих відгалужень пошкодження.

Спосіб може включати генерування коефіцієнта масштабування, який вказує відносну довжину одного або більше променевих відгалужень пошкодження у порівнянні з розміром центру пошкодження. Розмір центру пошкодження може бути діаметром, шириною та/або довжиною центру пошкодження.

10 Спосіб може включати оцінку довжини одного або більше променевих відгалужень пошкодження (тобто абсолютної довжини у см або мм і т.д.), використовуючи коефіцієнт масштабування. Наприклад, довжина одного або більше променевих відгалужень може бути оцінена шляхом множення коефіцієнта масштабування на наперед визначену величину.

15 Наперед визначена величина може бути оцінкою фактичного (тобто абсолютного) розміру центру пошкодження. Це дає перевагу тому, що не потрібна перевірка по еталону, що є щонайменше більш зручним для користувача.

Таким чином, спосіб за даним винаходом може містити визначення масштабу зображення для оцінки довжини одного або більше променевих відгалужень пошкодження.

20 Якщо оцінена довжина одного або більше променевих відгалужень перевищує заданий поріг, то тим самим спосіб може визначити, що скляна панель повинна бути замінена. Якщо оцінена довжина одного або більше променевих відгалужень менша заданого порога, то спосіб може визначити, що пошкодження в скляній панелі є прийнятним для усунення пошкодження.

25 Метод може включати виведення сигналу, який вказує на необхідність усунення пошкодження скляної панелі, якщо розрахункова довжина одного або більше променевих відгалужень менша за задану порогову величину.

Метод може включати виведення сигналу, який вказує на необхідність заміни скляної панелі, якщо розрахункова довжина одного або більше променевих відгалужень перевищує заданий поріг.

30 Було виявлено, що розмір центру пошкодження зазвичай коливається менш, ніж довжина одного або більше променевих відгалужень пошкодження при порівнянні різних пошкоджень скляних панелей. Таким чином, наперед визначеною величиною може бути середня величина або найбільш імовірне значення виміряних розмірів центру пошкодження у скляній панелі.

35 Необов'язково, оціненою реальною шириною (або діаметром) центру пошкодження (тобто наперед заданої величиною) може бути величина від 1 мм до 3 мм. Особливо переважна наперед визначена ширина (або діаметр) центру пошкодження може становити 2 мм. Ці діапазони / величини були визначені при дослідженнях пошкоджень, проведених заявником.

40 Ефект від цього полягає в тому, що оцінюваний розмір центру місця пошкодження, наприклад, приблизний діаметр центру пошкодження, може бути застосований для оцінки довжини променевих відгалужень пошкодження, оскільки наперед визначена величина може бути використана для масштабування між відносною довжиною одного або більше променевих відгалужень відносно розміру центру пошкодження та оціненою фактичною довжиною одного або більше променевих відгалужень пошкодження.

45 Наприклад, якщо нам відомо, що центр пошкодження завжди буде шириною (або діаметром) біля 2 мм, а дані утвореного зображення показують, що променеві відгалуження вдвічі перевищують довжину діаметра центру пошкодження, то спосіб може включати множення 2 мм на коефіцієнт масштабування 2. Тобто ми оцінюємо, що променеві відгалуження мають довжину 4 мм. Це допомагає побудувати картину, у вигляді даних, розмірів пошкодження.

50 Сформована (або оцінена) довжина одного або більше променевих відгалужень може бути використана для позначення оціночного розміру пошкодження. Розмір пошкодження може бути порівняний з пороговим параметром для визначення необхідності заміни або усунення пошкодження скляної панелі.

55 Якщо оціночний розмір пошкодження перевищує заданий поріг, то даним способом можна визначити, що скляна панель повинна бути замінена. Якщо оціночний розмір пошкодження менше заданого порогу, то даним способом можна визначити, що скляна панель є придатною для усунення пошкодження.

Порівняння може бути виконано між параметром порогу пошкодження і найбільшою відстанню поперек пошкодження.

60 Необов'язково, попередньо визначений розмір центра пошкодження може бути залежним від одного або більше параметрів. Параметри можуть вводитися користувачем і/або можуть бути заздалегідь встановлені в пристрій або модуль обробки. Наприклад, параметри можуть

включати: одну або більше властивостей скляної панелі (наприклад, тип, розмір, тощо) та / або швидкість руху транспортного засобу в момент пошкодження.

Обробка зображення може включати фільтрування зображення, щоб видалити фонову частину для ідентифікації пошкодження.

5 Морфологічне доопрацювання може бути застосоване до зображення, щоб видалити будь-які відбивні засмічення від зображення та покращити якість даних зображення, які використовуються як основа для визначення того, чи потрібна заміна скляної панелі.

Спосіб може включати очищення скляної панелі до зйомки зображення пошкодження. Це може допомогти видалити будь-яке забруднення, яке можуть вплинути на обробку зображення. 10 Наприклад, існує ризик того, що бруд може розглядатися програмою для обробки зображень як пошкодження.

Спосіб може включати відключення функції спалаху модуля або пристрою для зйомки зображення, перш ніж проводити зйомку пошкодження. Якщо використовується флеш-зйомка, то світло може негативно вплинути на точність обробки зображення програмним забезпеченням. 15 Наприклад, спалах може відображатися в скляній панелі, що може вплинути на ідентифікацію або аналіз пошкодження.

Спосіб може бути реалізований, використовуючи комп'ютерні інструкції, які, якщо вони встановлені в пам'ять, дають команду процесору реалізувати спосіб, визначений вище. Превалює є завантажуваний програмний компонент (наприклад, додаткова програма).

20 Зрозуміло, що будь-які особливості способу можуть бути реалізовані, застосовуючи пристрій за даним винаходом.

Ці та інші аспекти даного винаходу стануть більш зрозумілими та ясними з опису далі варіантів здійснення.

Опис винаходу

25 Перший і другий варіанти здійснення даного винаходу будуть описані лише як приклад з посиланням на супроводжуючі креслення, де:

на Фіг. 1 показано вітрове скло з тріщиною;

на Фіг. 2 показано застосування камери для зйомки зображення тріщини;

на Фіг. 3 показаний модуль обробки, який може застосовуватися для аналізу тріщини 30 вітрового скла на Фіг.1;

на Фіг. 4 показана блок-схема, яка детально описує операції, при оцінці тріщини у вітровому склі, використовуючи систему на Фіг.3;

на Фіг. 5 показане зображення по Фур'є тріщини; на Фіг. 6 показано відтворене зображення тріщини;

на Фіг. 7 показаний пристрій, який можна застосовувати для моделювання тріщини 102;

на Фіг. 8 показані операції, що виконують при визначенні параметрів пошкодження;

на Фіг. 9a схематично показане поле зору камери при вигляді зверху на вітрове скло;

на Фіг. 9b схематично показане поле зору камери при нахиленому вигляді вітрового скла;

на Фіг. 10 показано, як можна моделювати камеру, щоб використовувати параметри камери 40 для аналізу тріщини; і

на Фіг. 11 показане зображення, яке виведене з системи для визначення розміру тріщини у вітровому склі

У першому варіанті здійснення на Фіг.1 показане вітрове скло 100 з тріщиною 102, спричиненою ударом каменем, яка була вибита на вітровому склі. Водій автомобіля, в якому розміщене вітрове скло 100, фіксує зображення тріщини 102 з допомогою мобільного телефону 45 104, який має камеру 106, яка застосовується для зйомки зображення тріщини 102. Це розташування на Фіг. 2 показано збоку. Фокусна відстань камери 106 фіксується на відстані не менш, ніж 100 міліметрів, щоб забезпечити чіткий фокус камери на невеликій відстані.

Потім зображення тріщини 102 фіксується, чутливо реагуючи на вхідний сигнал користувача, 50 а мобільний телефон 104 конфігурований так, щоб забезпечити нагадування користувачеві на те, що він хотів би передати зображення з камери 106 до модуля 108 обробки зображення, який ми тепер опишемо з посиланням на Фіг. 3. Ця операція дає користувачеві змогу самостійно оцінювати якість зображення, і він мав можливість вибрати інше зображення, якщо він не вважає зображення достатньо чітким, наприклад, в поганих погодних умовах, коли конденсат 55 може бути на об'єктиві камери 106.

Камера 106 перетворює зроблене зображення на масив даних зображення з допомогою будь-якого прийнятного способу. Камера 106 може зберігати дані зображення як обмінний файл зображення (EXIF), де також зберігаються параметри об'єктива камери.

Тобто, камера 106 є прикладом модуля фіксації зображення, який може знімати зображення тріщини 102 та передавати зняте зображення у вигляді даних знятого зображення до модуля 108 обробки зображення, де воно може бути оброблене далі, щоб отримати деталі тріщини.

Модуль 108 обробки зображення може бути частиною мобільного телефону 104 або може бути географічно віддаленим від мобільного телефону 104. Дані зображення передаються у модуль 108 обробки зображення будь-яким відповідним способом, наприклад, шиною даних або по Інтернету.

У переважному варіанті здійснення модуль 108 обробки зображення реалізується як програмний компонент, завантажений у мобільний телефон. Це може бути здійснено шляхом завантаження компонента програмного забезпечення як прикладної програми. Компонент програмного забезпечення здатний обробляти дані зображень з камери, щоб визначити, чи є пошкодження прийнятним для усунення пошкодження, або чи може знадобитися заміна скляної панелі як бажане рішення.

Модуль 112 аналізу пошкодження може бути компонентом програмного забезпечення, завантаженим на мобільний телефон, переважно як одноразове завантаження у комбінації з модулем 108 обробки зображень. Один завантажений компонент програмного забезпечення, як правило, призначений для обробки даних зображення з камери телефону та аналізу пошкодження, використовуючи один або більше алгоритмів, реалізованих у програмному забезпеченні.

В одному варіанті реалізації дані знятого зображення отримуються модулем 108 обробки зображення у інтерфейсі 110 введення даних. Дані зображення потім передаються в модуль 112 аналізу пошкодження, який налаштований для доступу до стандартної бібліотеки 114, де стандартні програми можуть бути збережені для виконання операції на зафіксованих даних під час аналізу даних знятого зображення.

Модуль 112 аналізу пошкодження також налаштований для доступу до бази даних 116 параметрів пристрою, де зберігаються параметри, пов'язані з мобільним телефоном 104.

Параметри, що відносяться до мобільного телефону 104, включають параметри мікросхеми, які визначають показники знятого зображення камери 106, такі як, наприклад, фокусна відстань та розмір датчика об'єктива, а також розмірні параметри мобільного телефону 104, такі як, наприклад, довжина мобільного телефону 104 і відстань між верхнім краєм мобільного телефону 104 і центром зображення камери 106.

Модуль 112 аналізу пошкодження також працює для взаємодії з дисплейним модулем 118, який забезпечує відображення даних зображення, переданих від модуля 112 аналізу пошкодження на дисплеї, та відображення параметричних даних, переданих з модуля 112 аналізу пошкодження на дисплей.

Нижче описано, з посиланням на Фіг. 4, аналіз тріщини 102, використовуючи модуль 112 аналізу пошкодження.

Модуль 112 аналізу пошкодження приймає дані зображення на операції S400. Потім модуль 112 аналізу пошкодження, на операції S402, викликає стандартну процедуру перетворення Фур'є з бібліотеки 114 і використовує процедуру перетворення Фур'є, щоб застосувати дискретне двовимірне перетворення Фур'є до даних зображення для одержання трансформованого зображення, як показано на Фіг. 5a.

На Фіг. 5a можна бачити трансформоване зображення. На Фіг. 5a представлена просторова частота відносно величини відповідного компонента Фур'є. Можна бачити, що низькі просторові частоти займають центр трансформованого зображення, а більш високі просторові частоти можна побачити, коли ми віддаляємося від центру трансформованого зображення.

Маючи зображення, трансформоване перетворенням Фур'є, модуль 112 аналізу пошкодження здійснює аналіз зображення в показниках компонентів просторових частот та фази. Як буде описано далі, це дає можливість вилучити просторові частоти, до яких ми не маємо інтересу, і дозволяє нам реконструювати зображення, яке нас цікавить, зберігаючи просторові частоти, до яких ми маємо інтерес.

Потім застосовують смуговий фільтр Баттерворта (Butterworth) до трансформованого зображення на операції S404 з допомогою модуля 112 аналізу пошкодження. Фотошаблон, виконаний смуговим фільтром Баттерворта, показаний на Фіг.5b. Смуговий фільтр Баттерворта реалізує фотошаблон на трансформованому зображенні, показаному на Фіг. 5a, і видаляє низькі просторові частоти (показані чорною крапкою в центрі на Фіг. 5b) та дуже високі просторові частоти (показані темною границею на зображенні на Фіг.5b), що є плямами пилу та бруду на зображенні.

Перетворення Фур'є даних зображення потім інвертується на операції S406 шляхом виклику стандартної процедури інверсії перетворення Фур'є з бібліотеки 114 для виконання зворотного дискретного двовимірного перетворення Фур'є на трансформованих даних зображення.

Виконання інвертування перетворення Фур'є на трансформованих даних зображення перетворює дані перетвореного зображення з простору Фур'є у реальний простір для утворення реального поля даних зображення. Отримані дані реального поля зображення показані на Фіг. 6a та 6b.

Використання перетворення Фур'є для отримання зображення, показаного на Фіг. 6b, забезпечує відділення тріщини від фону.

Реальне поле даних зображення порівнюється з пороговою інтенсивністю 4 на операції S408, щоб більш чітко окреслити зони інтересу.

На Фіг. 6a показане реальне поле даних зображення без застосування смугового фільтра Баттерворта. На Фіг. 6b показане реальне поле даних зображення після застосування смугового фільтра Баттерворта для перетворених даних, показаних на Фіг. 5a, і застосування порогової величини для утворення бінарного зображення, використовуючи порогову інтенсивність 4. Смуговий фільтр Баттерворта у цьому прикладі має величину спаду 3.

Верхні та нижні відсічені частоти смугового фільтра Баттерворта можуть бути змодельовані як такі, що лінійно залежать від кількості пікселів на найдовшому боці зображення (позначено як m) і можуть бути виражені відповідно як:

$$\text{Freq}_{\text{upper}} = \left(\frac{m}{4164} \right) * 500$$

$$\text{Freq}_{\text{lower}} = \left(\frac{m}{4164} \right) * 120$$

Ці відношення можуть бути змінені, використовуючи стандартні випробування та чисельні експерименти.

Зображення, представлене на Фіг. 6b, є зображенням, яке може включати більше, ніж просто тріщину 102. Воно може також включати дані зображення, які пройшли операції від S400 до S408, але пов'язані з плямами бруду на вітровому склі та іншими помилковими зображеннями, пов'язаними з виконанням обробки з допомогою модуля 112 аналізу пошкоджень.

Використання порогової інтенсивності 4 для утворення бінарного зображення, показаного на Фіг. 6b, допомагає більш чітко показати цікаві області. Зображення, яке показане з допомогою реального поля даних зображення, показане на Фіг. 6b, висвітлює тріщину, включаючи центральну зону тріщини, яка є площею низької просторової частоти.

Як можна бачити, підхід Фур'є забезпечує дуже точну роботу щодо виділення зони тріщини від фону перешкоджаючих відбиттів, за умови, що вони є у фокусі, а у фоні їх немає.

Далі модуль 112 аналізу пошкодження може викликати морфологічну стандартну процедуру з бібліотеки 114 для відділення будь-якого перешкоджаючого фону від зображення, показаного на Фіг. 6b, на операції S410.

Морфологічна процедура виконується за декілька операцій на зображенні, показаному на рис. 6b. Це зображення є бінарним зображенням. Зони чорного кольору є зонами нульової величини, а зони білого кольору оцінюються як зони ненульової величини. Величина пікселів зберігається в пам'яті модуля 112 аналізу пошкодження і є результатом обробки на операціях S400-S408.

Перша з цих операцій є операцією тимчасової затримки, яка використовує морфологічну реконструкцію, щоб заповнити чорні зони пікселів, оточені білими зонами на білі зони, замінивши нульову величину ненульовою величиною відповідно до процесу, наведеного в документі [1].

Друга з цих операцій - це операція по зачищенню, при якій викидаються дуже малі зони з ненульовою величиною. Дуже малі зони з ненульовою величиною визначаються як зони з ненульовою величиною, які займають площу менше квадрату (найбільший розмір зображення / 500). Найбільший розмір зображення можна визначити з допомогою модуля аналізу пошкодження просто шляхом порівняння ширини зображення з довжиною зображення.

Потім перша морфологічна операція повторюється для заповнення будь-яких чорних зон пікселів, які оточені білими зонами, які були утворені під час другої морфологічної операції. Це є третьою морфологічною операцією.

Потім виконують четверту морфологічну операцію для об'єднання будь-яких променевих відгалужень у зображенні тріщини 102, яка має в них розриви. Це реалізується з допомогою морфологічної операції закриття, як описано в документі [2]. Здійснюється ерозія, після чого

відбувається розтягнення часового інтервала, використовуючи структурований елемент у вигляді диска з радіусом (найбільший розмір зображення \ 5312), помножений на 20. Величину 20 було визначено емпірично і вона може змінюватися. Ця величина може бути визначена без зайвого навантаження для різних розрізень зображення.

5 Першу морфологічну операцію потім повторюють для заповнення будь-яких чорних зон пікселів, оточених білими зонами, які були утворені на четвертій морфологічній операції. Це є п'ята морфологічна операція.

10 Потім проводиться шоста морфологічна операція для відбраковування будь-яких малих ненульових зон. Малі зони визначають як зони з площею, що дорівнює квадрату (найбільший розмір зображення /100).

15 Потім виконується сьома морфологічна операція, щоб видалити будь-які від'єднані об'єкти зображення. Від'єднані об'єкти, що представляють інтерес, є об'єктами, розташованими далі, ніж $\frac{3}{4}$ радіусу найбільшого об'єкта, найближчого до центру зображення. Це означає, що променеві відгалуження тріщини, які все ще є роз'єднаними, включають, але є надлишкові помилковим зображенням. Сьома морфологічна операція здійснюється шляхом знаходження, для кожної залишкової зони зображення, центроїда, тобто центру маси зображення та довжини основної осі зони. Додаткове зважування призначається для кожної площі зони, залежно від того, наскільки близько розташовано центроїд до центру зображення.

20 Ваговий коефіцієнт $w=1/d^2$, де d - евклідова відстань між центроїдом та центром зображення. Вибирають найбільшу зону, найбільш закриту до центру зображення, та довжину основної осі використовують для встановлення радіуса (або $\frac{3}{4}$ довжини основної осі від його центроїда), за межами якого будь-які зони відкидаються. Тобто, процедура морфології та центроїд до граничних розрахунків налаштовуються так, щоб зберегти всі "крапки" всередині відстані від центру тріщини радіусу найбільшого об'єкта на зображенні плюс половину цього радіуса, щоб переконатися, що будь-який розриви безперервності тріщини 102 не втрачені.

25 Дані зображення після того, як морфологія була застосована для рафінування даних зображення, потім можуть бути використані для визначення розмірів тріщини 102.

Модуль 112 аналізу пошкодження застосовує додаткове виявлення краю, морфологію, розмивання границь і встановлення порогової величини для визначення центру тріщини 102.

30 Експериментально було встановлено, що центр тріщини зазвичай становить близько 2 мм в діаметрі. Модуль 112 аналізу пошкодження оперативно, використовуючи очищені дані зображення та дані, які отримані при визначенні центру тріщини 102, оцінює довжину променевих відгалужень тріщини 102 та визначає пропорційне значення, яке характеризує довжину променевих відгалужень у порівнянні з діаметром центру тріщини 102, що є коефіцієнтом масштабування для променевих відгалужень, порівняних з центром тріщини 102. Враховуючи спостереження, що центр тріщини зазвичай становить 2 мм, коефіцієнт масштабування може потім бути використаний для визначення довжини променевих відгалужень. Це забезпечує некалібрований аналіз розміру тріщини 102.

40 Визначена довжина променевих відгалужень потім може бути використана для апроксимації розміру тріщини 102 і дає змогу модулю 112 аналізу пошкодження виводити визначення того, чи буде потрібно замінити вітрове скло, або буде достатньо усунути пошкодження, так як розмір тріщини є важливим для здійснення цього визначення, і шляхом порівняння розміру тріщини 102 з порогом усунення пошкодження/заміщення модуль 112 аналізу пошкодження може автоматизувати це визначення. Модуль 112 аналізу пошкодження буде виводити це визначення на дисплейний модуль 118.

45 Далі з допомогою дисплейного модуля 118 під час операції S412 на дисплей виводиться, наприклад, або необхідна заміна вітрового скла або ні,

50 Використання спостереженої оцінки центру тріщини для оцінки розміру променевих відгалужень тріщини, що спирається на припущення про ступінь радіальної спайкості в тріщині, означає, що можна взяти зображення тріщини та використати його для аналізу тріщини без будь-якого класифікування на місці масштабу пошкодження тріщиною 102.

Цей спосіб дозволяє провести аналіз тріщини у широкому діапазоні умов і без присутності технічного персоналу.

55 Тепер опишемо другий варіант, як отримати параметри тріщини 102 з допомогою параметрів мобільного телефону 104 та об'єктива камери 106. Це може допомогти скорегувати будь-який вплив кута на зображення.

Другий варіант здійснення може бути об'єднаний з першим варіантом здійснення, не відходячи за межі цього опису.

Компонування, яке показане на Фіг. 2, може дозволити оцінити розміри тріщини, використовуючи параметри мікросхем камери 106 та геометричні параметри мобільного телефону 104.

Для розрахунку кута повороту (або повороту, або нахилу) мобільного телефону 104 відносно вітрового скла, ми можемо використовувати геометричні параметри мобільного телефону 104.

Позиціонування тріщини 102 у центрі поля зору об'єктива камери 106 дає змогу намалювати прямокутний трикутник. Це показано на Фіг. 7.

Після виявлення тріщини 102 мобільний телефон 104 кладуть на вітрове скло так, що верхній край лежить на основі тріщини 102. Це означає, що відстань між нижнім краєм мобільного телефону 104 і основою тріщини дорівнює довжині мобільного телефону 104. Мобільний телефон 104 потім відхиляють відносно нижнього краю мобільного телефону 104, поки тріщина 102 є в центрі поля зору камери 106. Індикація може бути забезпечена на дисплеї мобільного телефону 104, щоб вказати центр поля зору.

Відстань між нижнім краєм мобільного телефону 104 та об'єктивом камери 106 може бути отримана з бази даних 116 параметрів пристрою. Таким чином, формується прямокутний трикутник, який визначається кутом повороту між нижнім краєм мобільного телефону 104 і вітровим склом 100, віссю з об'єктива камери та відстанню, що утворена між нижнім краєм та основою тріщини.

Тепер опишемо, як геометричні параметри мобільного телефону 104 та параметри об'єктива можуть використовуватися для оцінки параметрів тріщини.

Зображення тріщини фіксується відповідно до описаного вище процесу, в якому мобільний телефон 104 повертають поки тріщина 102 знаходиться в центрі поля зору камери 106.

Це дає змогу формувати прямокутний трикутник з допомогою осі з об'єктива камери, відстані між нижнім краєм та основою тріщини та довжиною між нижнім краєм та об'єктивом камери.

Далі (Фіг.8) описано, як можна застосовувати геометрію мобільного телефону 104 та параметри об'єктива для оцінки параметрів пошкодження.

На операції S800 модуль 112 аналізу пошкодження отримує з бази даних параметрів пристрою 116 відстань, яка утворена між нижнім краєм мобільного телефону 104 та основою тріщини (тобто довжиною мобільного телефону 104) та довжиною між нижнім краєм мобільного телефону 104 та об'єктивом камери. Потім на операції S802 може бути розрахований кут повороту мобільного телефону 104, використовуючи співвідношення косинусу між відстанню, що утворена між нижнім краєм і основою тріщини, і довжиною між нижнім краєм і об'єктивом фотокамери.

Далі нам потрібно використовувати параметри фотокамер, щоб отримати гомографічну картографію площина - площина між пікселями камери та реальними просторовими розмірами зображення. Потім, на операції S804 викликають стандартну програму гомографічної картографії площина - площина з бібліотеки 114 стандартів для отримання реальних просторових розмірів зображення.

Виведення гомографічної карти для забезпечення реальних просторових розмірів зображення базується на "моделі камери з точковою діафрагмою", де камера вважає площу огляду камери як прямокутник на базі конуса, що розширюється назовні відносно об'єктива камери 106. Це схематично показано на Фіг. 9a та 9b.

На Фіг. 9a наведено, лише для ілюстрації випадок, коли мобільний телефон 104 розташований безпосередньо над вітровим склом 100. Тобто камера 106 забезпечує зображення зверху вітрового скла 100. У цьому прикладі зона огляду A1 є прямокутником і кожен піксель займає однакову кількість реального простору (в міліметрах).

В цьому прикладі, як показано на Фіг.9b, мобільний телефон 104 знаходиться під кутом відносно вітрового скла 100. Кут було розраховано на операції S802. Зона огляду A2 перетворюється на трапеційну, що означає, що пікселі, близькі до камери, містять менше міліметрів, ніж пікселі, що знаходяться далі від камери.

Ми описуємо теоретичні основи того, як отримують гомографічну картографію площина - площина, але зрозуміло, що це буде реалізовано чисельно з допомогою стандартних програм, які будуть доступні для модуля 112 аналізу пошкодження, використовуючи стандартні програми, що є доступні з бібліотеки 114 стандартів.

Розглянемо датчик прямокутного зображення, який є частиною камери 106, і датчик, нахилений від плоскої площини під кутом повороту θ , область, яка оглядається датчиком, відображає рівнобічну трапецію. Ширина основ цієї трапеції прямо залежить від кута θ . Використовуючи стандартну програму гомографічної карти площина - площина, ми можемо

застосувати цей принцип для числової оцінки параметрів тріщини 102, використовуючи знання пікселів на камері 106.

Визначаємо матрицю 3D-обертання, навколо осі x, як функцію θ , як:

$$R_x(\theta) = \begin{bmatrix} 1 & 0 & 0 \\ 0 & \cos\theta & -\sin\theta \\ 0 & \sin\theta & \cos\theta \end{bmatrix}.$$

Зрозуміло, що θ - кут повороту мобільного телефону 104 відносно вітрового скла. Ми можемо визначити початок декартових координатах X, Y та Z (0,0,0), тобто реальний початок відліку. Це є точка в середині базового краю мобільного телефону 104, який вирівняний з віссю X. Вісь Y цієї координатної системи направлена вертикально від бази до верхньої частини телефону. Припустимо, що для простоти і без втрати спільності, камера лежить на осі Y, на деякій відстані d_c від основи телефону. Тому центр камери визначається як:

$$\vec{c} = (c_x, c_y, c_z)^T, \\ = (0, d_c, 0)^T.$$

Фокусну відстань, а також вертикальні та горизонтальні розміри датчика об'єктива камери 106 можна потім отримати з бази даних 116 параметрів пристрою на операції S806. Ці параметри можуть бути названі параметрами чіпа. Це дозволяє обчислити площу огляду з камери. Площа огляду визначається двома величинами, які називаються горизонтальним та вертикальним кутами зору (відповідно позначаються як α_h та α_v) і визначаються наступними рівняннями:

$$\alpha_h = \frac{s_x}{2f}, \\ \alpha_v = \frac{s_y}{2f}$$

де s_x та s_y - горизонтальний та вертикальний розміри датчика, f - фокусна відстань.

Розрахувавши горизонтальний та вертикальний кути зору, модуль 112 аналізу пошкодження використовує стандартну програму гомографічної картографії площина - площина для обчислення країв піраміди зору, щоб забезпечити нам поле зору на вітрове скло 100 на операції S808. Це забезпечується трапецією, ілюстрованою схематично на Фіг. 9b, тобто трапецією, яку нам потрібно скорегувати, щоб компенсувати різні величини простору, які зайняті пікселями далі від об'єктива відносно пікселів, що ближче до об'єктива. Тобто ми повинні масштабувати трапецію так, щоб забезпечити, що поточні розрахунки вважаються однаковими величинами реального простору до кожного пікселя.

Це моделюється стандартною програмою гомографічної картографії площина - площина, застосованою модулем 112 аналізу пошкодження, як лінія, тобто промінь який простягається від об'єктива уздовж лінії зору між об'єктивом і тріщиною 102. Ця лінія буде перетинатися площину, представлену вітровим склом, яка змодульована як площина стандартною програмою гомографічної картографії площина - площина.

На операції S810 стандартна програма гомографічної картографії площина - площина викликає стандартну програму цифрового обчислення з стандартної бібліотеки 114 для розрахунку одночасних рівнянь, які визначають площину вітрового скла та лінію, що проходить від об'єктива вздовж лінії зору між об'єктивом і тріщиною 102. Стандартну програму гомографічної картографії площина - площина програмують на припущенні, що поверхня, яка визначає вітрове скло 100, є плоскою, а камера 106 нахилена відносно неї. Це забезпечує перетин лінії, яка проходить від об'єктива уздовж лінії зору, та площиною вітрового скла 100.

Теоретично це можна виразити як розрахунок променів, що проходять від точки в центрі камери крізь кути датчик / площина зображення та на вітрове скло, що утворює вищезгадану трапецію.

Спочатку ми одержуємо перетин променів з площиною, паралельною площині зображення, на одиницю відстані, використовуючи горизонтальні та вертикальні кути зору α_h та α_v відповідно, як визначено вище.

Є чотири промені, по одному для кожного кута прямокутного датчика. Тоді мінімальна та максимальна величини X можна визначити як:

$$x_{min} = -\tan\left(\frac{\alpha_h}{2}\right)$$

$$x_{\max} = -\tan\left(\frac{\alpha_h}{2}\right)$$

Аналогічним чином можна визначити мінімальні та максимальні значення величин Y як:

$$y_{\min} = -\tan\left(\frac{\alpha_v}{2}\right)$$

$$y_{\max} = \tan\left(\frac{\alpha_v}{2}\right)$$

5 Потім можна визначити кути прямокутного датчика як:

$$X_{tl} = (x_{\min}, y_{\min}, -1)^T$$

$$X_{tr} = (x_{\max}, y_{\min}, -1)^T$$

$$X_{br} = (x_{\max}, y_{\max}, -1)^T$$

$$X_{bl} = (x_{\min}, y_{\max}, -1)^T$$

10 Нормалізація цих координат за їх величиною дає нам напрямки 4-х променів. Визначаємо напрямки променів для кожної з цих координат як:

$$X_i = \frac{X_i}{\|X_i\|}, \quad i \in \{tl, tr, br, bl\}.$$

Якщо припустити, що телефон повертають відносно осі X на кут θ , то можна обчислити, що положення центру камери за рівнянням:

$$\begin{aligned} \hat{c} &= (\hat{c}_x, \hat{c}_y, \hat{c}_z)^T \\ &= R_x(\theta) \cdot (0, d_c, 0)^T \end{aligned}$$

Це дозволяє визначити напрямки променів як:

$$X_i^\infty = R_x(\theta) \cdot X_i, \quad i \in \{tl, tr, br, bl\}.$$

20 Це дає нам промені в декартових координатах з відомою точкою перетину з площиною, паралельною площині зображення, і тепер ми знаємо, що перетинання відбувається лише один раз. Це забезпечує трапецію, яка вказує на поле зору в реальному просторі.

Визначаємо кути трапеції як:

$$v_i, \quad i \in \{tl, tr, br, bl\}$$

25 Обчислимо вершини трапеції, використовуючи формулу перетину лінії площини, яка описана в документі [3]

Ми знаємо, що нормалью до площини вітрового скла є вектор

$n = (0, 0, 1)$ і що він лежить на реальному початку відліку, що означає, що формула перетину спрощується до:

$$n \circ \hat{X}_i^\infty,$$

$$30 \quad v_i = \hat{c} + t \hat{X}_i^\infty, \quad i \in \{tl, tr, br, bl\}$$

Де точки $v_i, \quad i \in \{tl, tr, br, bl\}$ визначають вершини трапеції, що нам потрібні для визначення гомографічне відображення H від площини зображення до площини у реальному просторі, використовуючи чотириточкову техніку відповідності між вершинами трапеції та координатами зображення:

$$35 \quad U_{tl} = (0, 0)^T$$

$$U_{tr} = (h, 0)^T$$

$$U_{br} = (h, \omega)^T$$

$$U_{bl} = (0, \omega)^T$$

40 де ω - ширина зображення, h - висота зображення. Алгоритм, який показує, яким чином отримана ця гомографічна карта, розглядається в документі [4].

Висоту камери над вітровим склом можна обчислити з допомогою модуля 112 аналізу пошкодження, використовуючи теорему Піфагора, як відстань, що утворюється між нижнім краєм мобільного телефону 104 і основою тріщини (тобто довжиною мобільного телефону 104), а довжина між нижнім краєм мобільного телефону 104 і об'єктивом фотокамери була витягнута

з бази даних 116 параметрів пристрою на операції S800 і все ще знаходиться в пам'яті модуля 112 аналізу пошкодження.

Виходом з операції S810 є трапеція вигляду в реальному просторі (X1, X2, X3, X4). Порівняння між параметрами (X1, X2, X3, X4) та кутами захопленого зображення на вітровому склі (виконане модулем 112 аналізу пошкодження на операції S812) забезпечує масштабування, яке необхідне для відображення місця пікселів камери 106 до місць в міліметрах у полі зору на вітровому склі 100. Це дає нам гомографічну карту площина - площина. Масштабування здійснюють у формі матриці 3×3, яка представляє масштаб, поворот, нахил і перерахунок між полем зору фотокамери та вітровим склом 100.

Гомографічна карта площина - площина дозволяє корегування впливу перспективи на захоплене зображення та перетворення з розмірів пікселів у міліметри, що дає змогу модулю 112 аналізу пошкодження отримати параметри розмірів тріщини 102.

Гомографічна карта площина - площина є матричними картами двовірної площини зображення камери 106 на площину, яка є вітровим склом.

Вихід із гомографічної карти площина - площина забезпечує орторектифікований шаблон в міліметрах, що показує розташування та форму тріщини.

Відповідно до цього виходу з гомографічної карти площина - площина, який, зрозуміло, буде виходом від стандартної програми гомографічної картографії площина - площина, модуль 112 аналізу пошкодження викликає стандартну програму обчислення опуклої оболонки з стандартних програм бібліотеки 114. Розташування в міліметрах на полі зору вітрового скла забезпечується до стандартної програми обчислення опуклої оболонки з стандартних програм бібліотеки 114.

Опукла оболонка є, взагалі, простором, який покриває кожне з положень в міліметрах на полі зору. Виходом з стандартної програми обчислення опуклої оболонки є дані, які можна просто виразити терміном "блоб" (великий двоїчний об'єкт), який буде тих самих розмірів, як і виявлена тріщина 102. Це дозволяє проводити аналіз виявленої тріщини 102 з допомогою цього блобу.

Потім модуль 112 аналізу пошкодження викликає стандартну програму найменшого кола з стандартних програм бібліотеки 114, яка реалізує чисельне рішення задачі найменшого кола для опуклої оболонки, яка виведена з стандартної програми обчислення опуклої оболонки. Цей модуль виводить найменше коло, яке охоплює кожну точку опуклої оболонки, і тому забезпечує мінімальний радіус для тріщини 102.

Дані, що представляють опуклу оболонку, дані, що представляють рішення задачі найменшого кола для опуклого корпусу, і обчислений радіус для тріщини, кожного разу зберігаються модулем 112 аналізу пошкодження в сховищі, який є або локальним для модуля 108 обробки зображення, або віддаленим відносно модуля 108 обробки зображення.

Тобто, модуль 112 аналізу пошкодження використовує геометричні параметри мобільного телефону 104 та параметри камери 106 для генерування радіусу тріщини 102.

Параметри та коло на виході з стандартної програми найменшого кола, можуть потім відображатися з допомогою дисплейного модуля 118 на операції S814.

Приклад зображення, яке може бути виведене на дисплей модуля 118, наведено на Фіг. 11. У цьому випадку діаметр найменшого кола дорівнює 16 мм, тобто радіус 8 мм. Оцінений найбільший діаметр тріщини в даному випадку становить 16 мм. Результат тут полягає в тому, що оцінюється мінімальний розмір тріщини, який може використовуватися для визначення необхідності заміни вітрового скла.

Оцінений радіус можна порівняти з порогом заміни/усунення пошкодження з допомогою модуля 112 аналізу пошкодження для визначення, чи тріщина 102 викликає потребу заміни скла, або буде достатньо усунути пошкодження.

Наявність футляра на мобільному телефоні 104, ймовірно, вводить помилку у вимірені параметри, оскільки він збільшить довжину мобільного телефону 104, але помилка, як правило, складає близько 3 %. Помилка у 3 % врахована в розрахунках модуля 112 аналізу пошкодження і відображається дисплейним модулем 118.

Також можливо, що відстань між базою мобільного телефону 104 і камерою 106 не буде доступна з бази даних 116 параметрів. У цьому прикладі ми можемо оцінити параметр для підвищення помилки стійкості описаного способу.

Ми можемо використовувати кутмір, вбудований в мобільний телефон 104, щоб отримати кут мобільного телефону, коли знімається зображення тріщини 102. Це може бути використане для обчислення висоти h з допомогою рівняння:

$$h = l * \sin(\theta)$$

де l - довжина мобільного телефону 104, а θ - кут, отриманий з допомогою кутміра.

Аналогічно, кут нахилу телефону можна оцінити, використовуючи кут огляду, роздільну здатність зображення та розмір датчика.

Як описано стосовно до першої методики, у переважному варіанті здійснення модуль 108 обробки зображення реалізують як компонент програмного забезпечення, завантажений на мобільний телефон. Це може бути здійснено шляхом завантаження програмного компонента як додаткової програми. Компонент програмного забезпечення здатний обробляти дані зображень з камери, щоб визначити, чи є пошкодження таким, що підлягає усуненню пошкодження або чи може, як бажане рішення, знадобитися заміна всього скла.

Модуль 112 аналізу пошкодження може бути компонентом програмного забезпечення, завантаженим на мобільний телефон, переважно як одноразове завантаження у поєднанні з модулем 108 обробки зображення. Один завантажений компонент програмного забезпечення переважно розміщують для обробки даних зображення з камери телефону та аналізу пошкодження, використовуючи один або декілька алгоритмів, реалізованих у програмному забезпеченні.

Модуль 112 аналізу пошкодження є здатним надання на дисплеї попередження про необхідність заміни всього вітрового скла на основі значення радіусу найменшого кола. Якщо тріщина 102 перевищує відповідний поріг, то модуль 112 аналізу пошкодження буде вказувати на необхідність заміни вітрового скла чи ні. Сигнал попередження може відображатися на дисплеї мобільного телефону 104.

Слід зазначити, що вище описані варіанти втілення ілюструють, а не обмежують винахід, і що фахівці в даній галузі можуть спроектувати багато альтернативних варіантів здійснення, не відходячи за межі об'єму винаходу, який визначено в доданій формулі винаходу. У формулі винаходу, будь-які знаки посилання, поміщені в дужки, не повинні тлумачитися як обмеження вимог. Слова "яке містить (comprising)" і "містить (comprise)" і тому подібні, не виключають наявності елементів або операцій, відмінних від тих, які вказані в будь-якому пункті формули винаходу або в опису в цілому. У даному описі поняття "містить" означає "включає або складається з", поняття "яке містить" означає "включений або складений з". Одиночне посилання на елемент не виключає множинного посилання на такі елементи, і навпаки. Винахід може бути здійснено з допомогою технічних засобів, що містять декілька окремих елементів, і з допомогою належним чином запрограмованого комп'ютера. У пунктах формули, що стосуються пристрою, де перелічується декілька засобів, деякі з цих засобів можуть бути втілені одним і тим же елементом технічного засобу. Простий факт, що деякі засоби виміру наводяться у взаємно різних залежних пунктах формули, не вказує на те, що комбінацію цих засобів не може бути використано для забезпечення переваги.

Джерела інформації:

1. http://www.mathworks.com/tagteam/64199_91822v00_eddins_final.pdf

2. [https://en.wikipedia.org/wiki/closing_\(morphology\)](https://en.wikipedia.org/wiki/closing_(morphology))

3. Джозеф О'Рурк "Обчислювальна геометрія в C", видання Кембриджського Університету, 2012 (Joseph O'Rourke "Computational Geometry in C", Cambridge University Press, 2012)

4. Річард Хартлі та Ендрю Ціссерман "Множина видів геометрії в комп'ютерному баченні", видання Кембриджського Університету, 2011. (Richard Hartley and Andrew Zisserman "Multiple View Geometry in Computer Vision", Cambridge University Press, 2011).

ФОРМУЛА ВИНАХОДУ

1. Спосіб аналізу пошкоджень для аналізу пошкоджень в скляній панелі транспортного засобу, який полягає в зйомці зображення пошкодження в скляній панелі транспортного засобу та обробці зображення пошкодження, при цьому зображення знімають мобільним обчислювальним пристроєм, що має камеру, який **відрізняється** тим, що мобільний обчислювальний пристрій утримують в контакт з поверхнею скляної панелі і нахиленим до поверхні для огляду пошкодження у наперед визначеному положенні в полі зору камери, поки мобільний обчислювальний пристрій знаходиться у контакт з поверхнею скляної панелі.

2. Спосіб за п. 1, який **відрізняється** тим, що додатково включає визначення необхідності заміни скляної панелі або усунення пошкодження на основі обробки зображення.

3. Спосіб за будь-яким попереднім пунктом, який **відрізняється** тим, що зображення пошкодження знімають під кутом з нахилом до скляної панелі транспортного засобу.

4. Спосіб за будь-яким попереднім пунктом, який **відрізняється** тим, що наперед визначене положення позначають на шкалі, показаній на дисплеї мобільного обчислювального пристрою.

5. Спосіб за будь-яким попереднім пунктом, який **відрізняється** тим, що полягає в:

розташуванні мобільного обчислювального пристрою плоско на поверхні скляної панелі; і

повертанні мобільного обчислювального пристрою від скляної панелі, при цьому щонайменше частина мобільного обчислювального пристрою залишається в контакті зі скляною панеллю.

6. Спосіб за п. 5, який **відрізняється** тим, що камеру розташовують в наперед визначеному положенні відносно місця пошкодження, перш ніж мобільний обчислювальний пристрій повертають.

7. Спосіб за п. 6, який **відрізняється** тим, що полягає у вирівнюванні частини мобільного обчислювального пристрою в наперед визначеному положенні відносно місця пошкодження перед повертанням мобільного обчислювального пристрою.

8. Спосіб за п. 7, який **відрізняється** тим, що полягає у встановленні на одній лінії краю мобільного обчислювального пристрою і найнижчої точки місця пошкодження перед повертанням мобільного обчислювального пристрою.

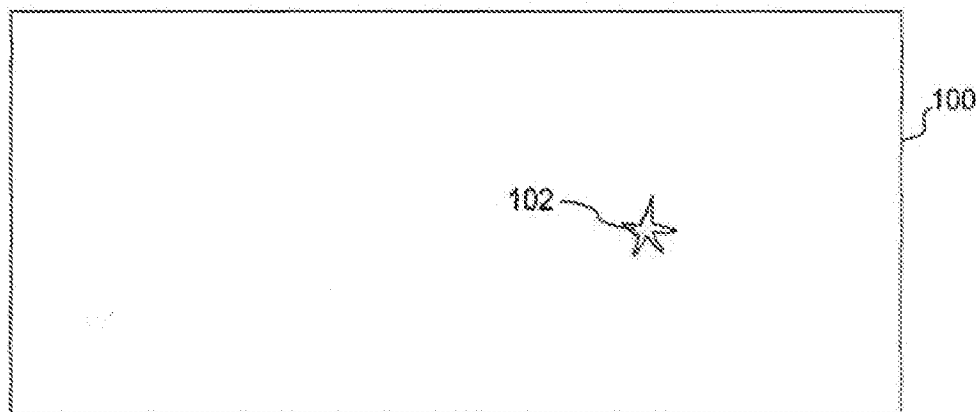
9. Спосіб за будь-яким з пп. 5-8, який **відрізняється** тим, що полягає в повертанні мобільного обчислювального пристрою, доки пошкодження є видимим у наперед визначеному положенні в полі зору камери.

10. Спосіб за п. 9, який **відрізняється** тим, що наперед визначене положення є центром поля зору камери.

11. Спосіб за будь-яким з пп. 5-10, який **відрізняється** тим, що полягає у використанні геометричних параметрів мобільного обчислювального пристрою та параметрів об'єктива камери для оцінки розміру пошкодження.

12. Спосіб за п. 11, який **відрізняється** тим, що геометричні параметри мобільного обчислювального пристрою застосовують для визначення кута повороту між мобільним обчислювальним пристроєм та скляною панеллю. 13. Спосіб за п. 11 або 12, який **відрізняється** тим, що обробка зображення додатково основана на параметрах чипа для камери та/або мобільного обчислювального пристрою.

14. Спосіб за будь-яким з пп. 11-13, який **відрізняється** тим, що обробка зображення утворює набір точок даних, які використовують для утворення діаметра місця пошкодження або зони в межах пошкодження.



Фіг. 1

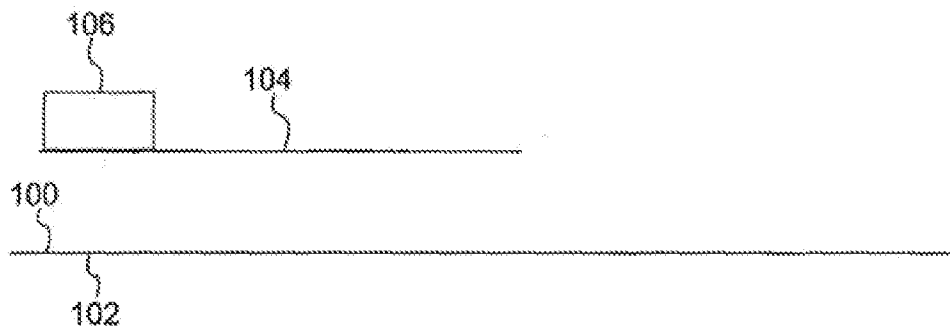


Fig. 2

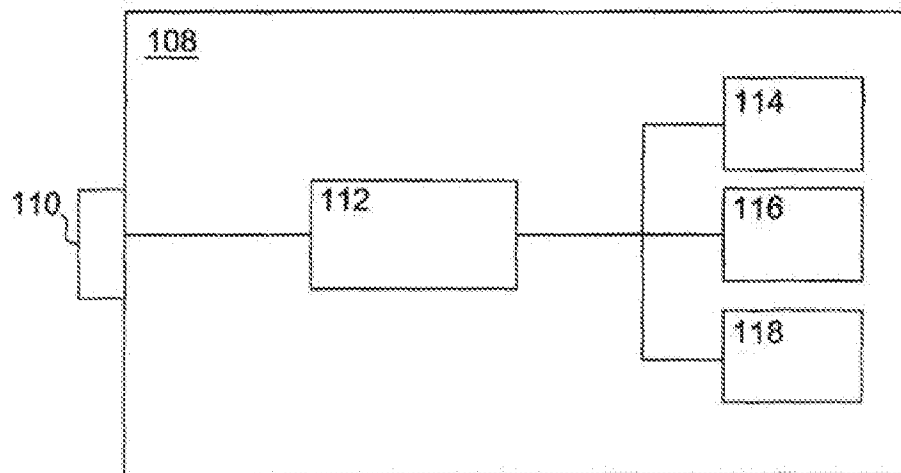
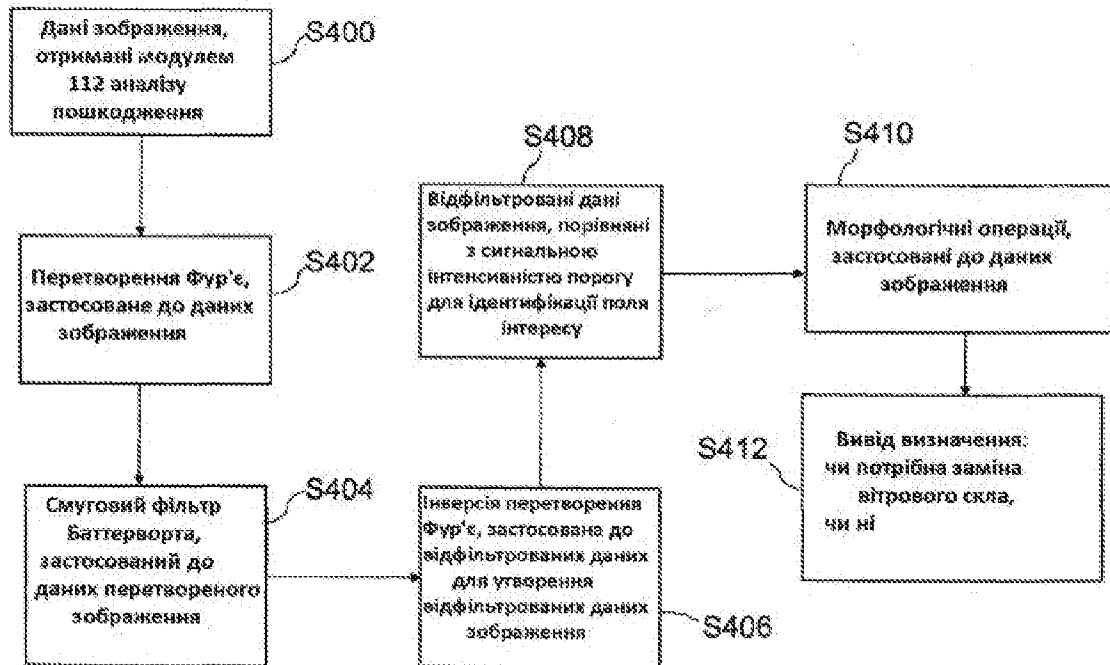


Fig. 3



Фіг. 4

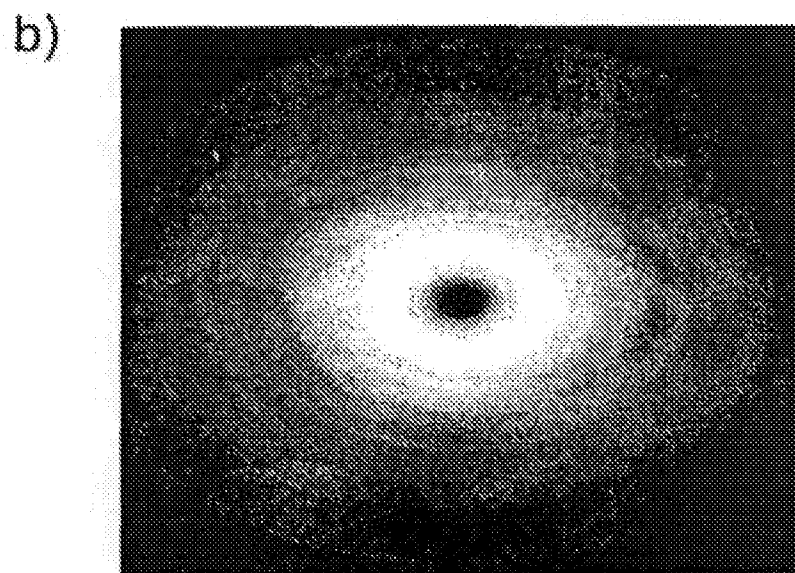
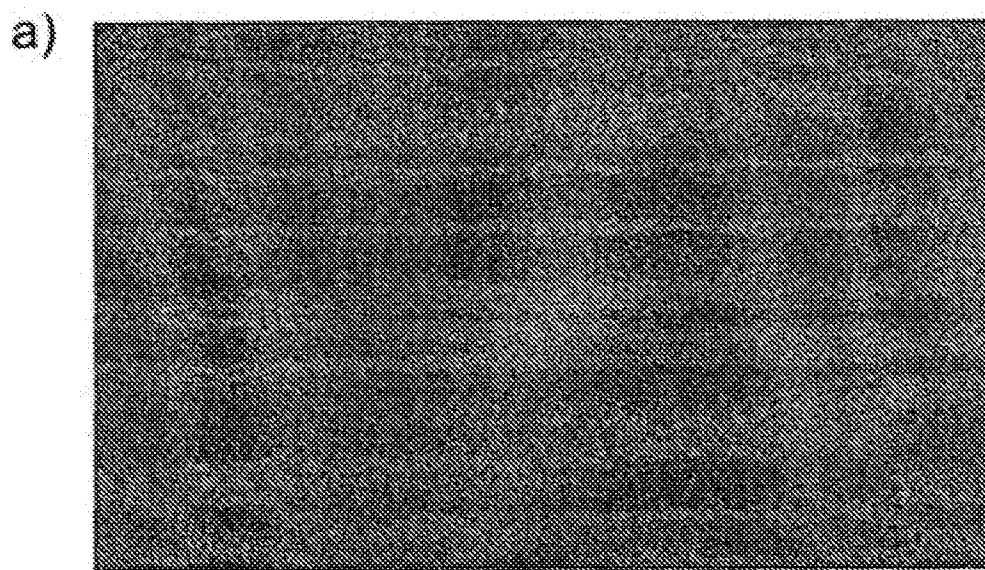
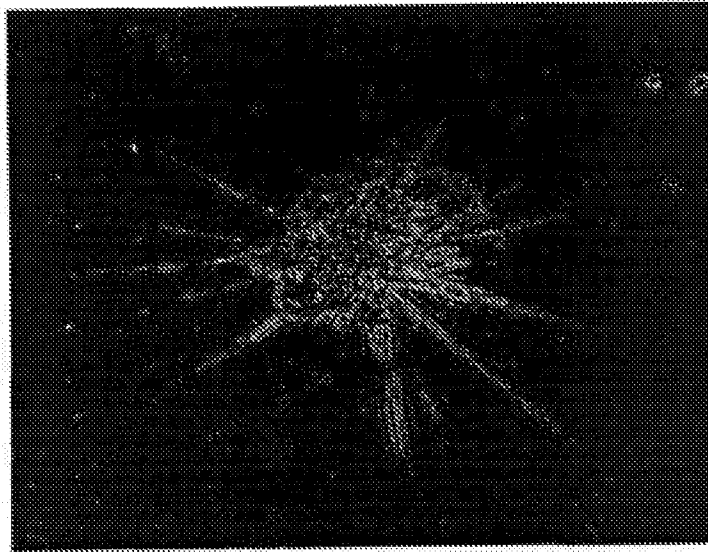


Fig. 5

a)



b)

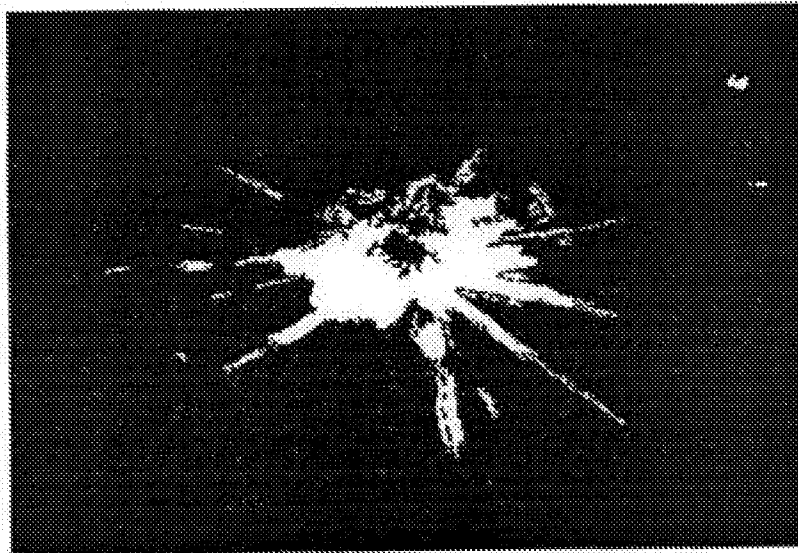
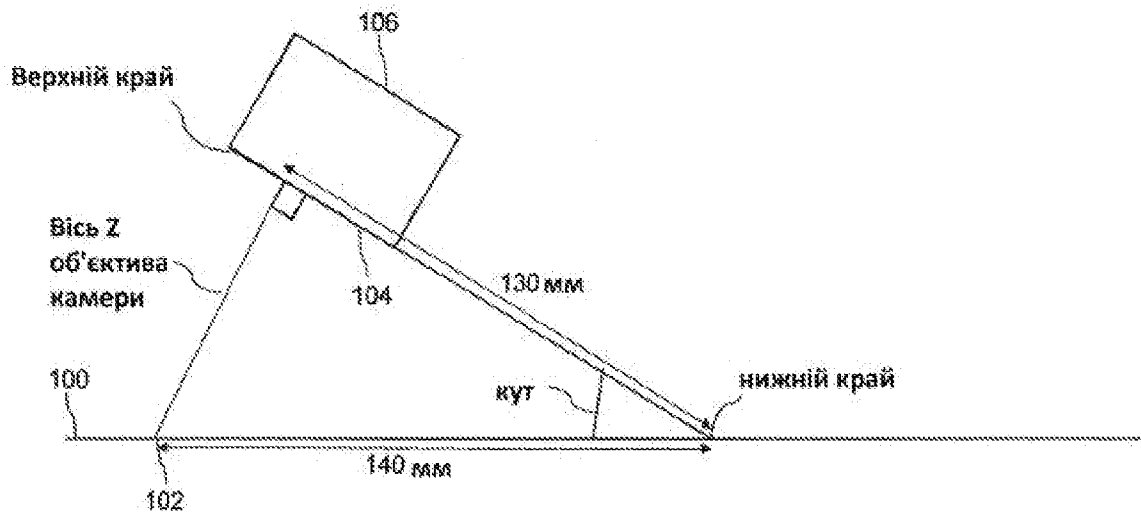
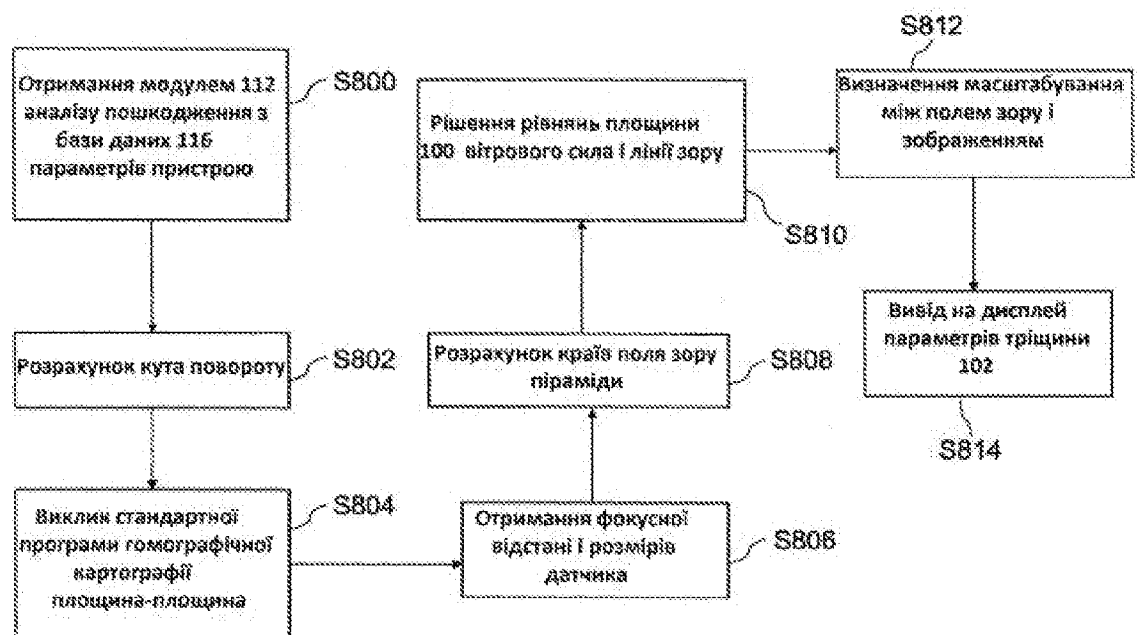


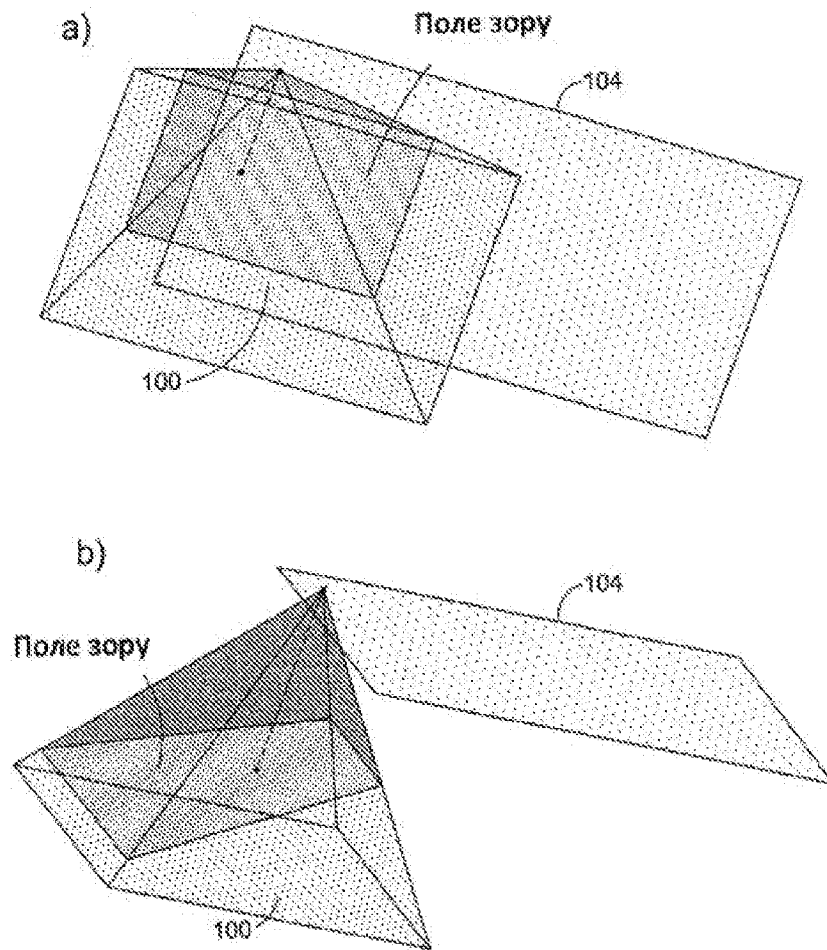
Fig. 6



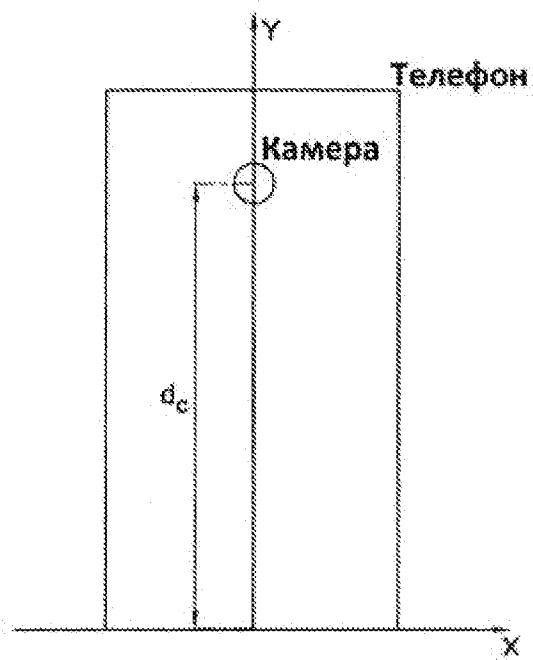
Фіг. 7



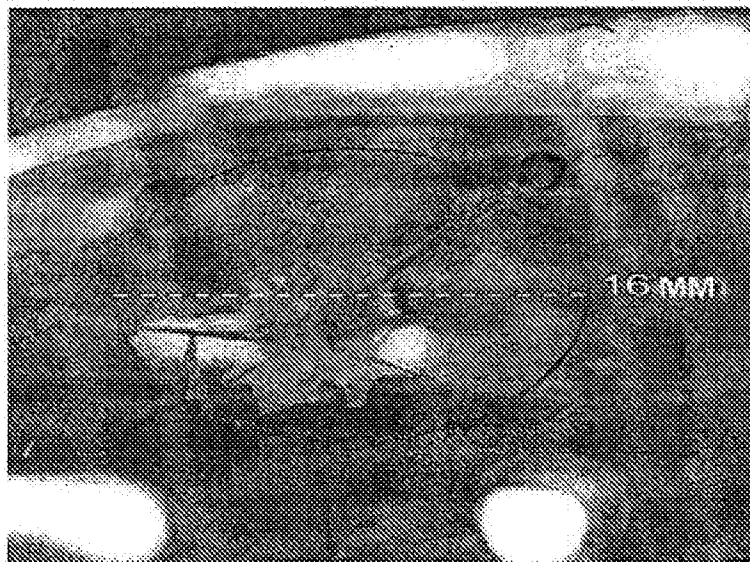
Фіг. 8



Фиг. 9



Фіг. 10



Фіг. 11