



УКРАЇНА

(19) UA

(11) 121201

(13) C2

(51) МПК

G01N 21/85 (2006.01)

МІНІСТЕРСТВО РОЗВИТКУ
ЕКОНОМІКИ, ТОРГІВЛІ ТА
СІЛЬСЬКОГО ГОСПОДАРСТВА
УКРАЇНИ

(12) ОПИС ДО ПАТЕНТУ НА ВИНАХІД

(21) Номер заявки:	а 2016 04911	(72) Винахідник(и):	Бальтазар Дірк (DE), Гартманн Тобіас (DE), МакГлауглін Джон (IE), Рід Дуглас Елікзендер (IE)
(22) Дата подання заявки:	03.11.2014	(73) Власник(и):	ТОМРА СОРТІНГ НВ, Research Park Haasrode 1622, Romeinse straat, 20, B-3001 Leuven, Belgium (BE)
(24) Дата, з якої є чинними права на винахід:	27.04.2020	(74) Представник:	Крилова Надія Іванівна, реєстр. №30
(31) Номер попередньої заявки відповідно до Паризької конвенції:	13191270.1	(56) Перелік документів, взятих до уваги експертизою:	JP 2009226248 A, 08.10.2009 US 6646218 B1, 11.11.2003 JP 2007033273 A, 08.02.2007 US 2004095571 A1, 20.05.2004 JP H11218488 A, 10.08.1999 JP H06222014 A, 12.08.1994
(32) Дата подання попередньої заявки відповідно до Паризької конвенції:	01.11.2013		
(33) Код держави-учасниці Паризької конвенції, до якої подано попередню заявку:	EP		
(41) Публікація відомостей про заявку:	10.08.2016, Бюл.№ 15		
(46) Публікація відомостей про видачу патенту:	27.04.2020, Бюл.№ 8		
(86) Номер та дата подання міжнародної заявки, поданої відповідно до Договору РСТ	RСТ/EP2014/073577, 03.11.2014		

(54) ПРИСТРІЙ ДЛЯ ДЕТЕКТУВАННЯ РЕЧОВИНИ, СИСТЕМА ДЛЯ СОРТУВАННЯ ПРЕДМЕТІВ З ВИКОРИСТАННЯМ ЦЬОГО ПРИСТРОЮ І СПОСІБ ВИЗНАЧЕННЯ ПАРАМЕТРА ЩОНАЙМЕНШЕ ОДНОГО З ТАКИХ ПРЕДМЕТІВ

(57) Реферат:

Пристрій для детектування речовини містить засоби (3; 3') групової подачі, призначені для подачі декількох предметів (2; 2') у зону (D) детектування, щонайменше одне джерело (8; 10, 20; 40) світла, яке має фокусувальний елемент і призначене для освітлення щонайменше одного предмета (2; 2'), що рухається в площині (P-P) предмета в зоні (D) детектування, і перший пристрій (4) для аналізу світла, призначений для зчитування світла, що пройшло через предмет. У відповідному способі забезпечують рух предмета в площині, і освітлюють предмет падаючим світлом. Світло, що пройшло через предмет і падає у площині (T) вимірювання, детектують, і, виходячи з детектованого прохідного світла, визначають специфічний для предмета параметр.

UA 121201 C2

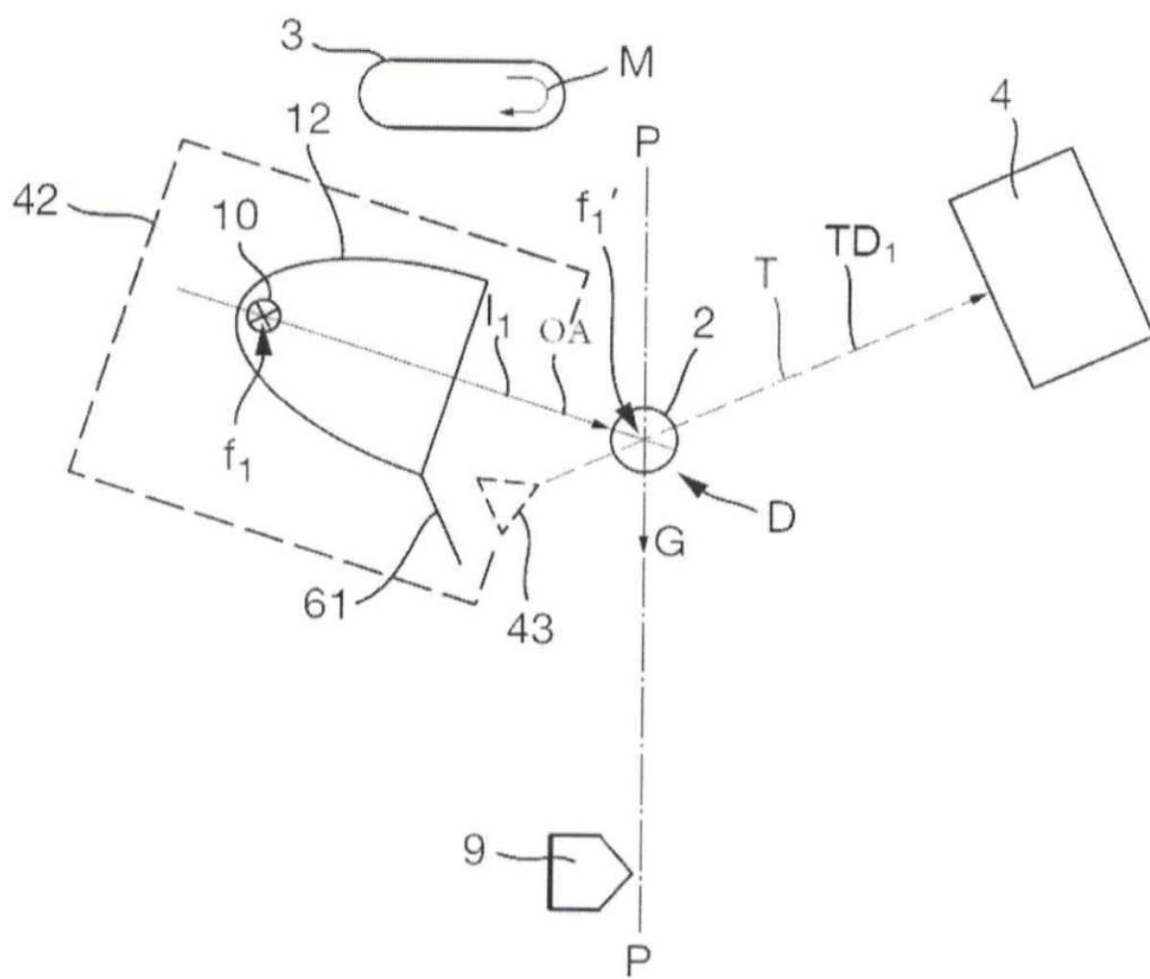


Fig. 2

Галузь техніки, до якої належить винахід

Винахід відноситься до систем та способів неруйнівного контролю. Зокрема, винахід відноситься до оптичних систем, пристроїв та способів детектування речовини та визначення одного або декількох параметрів предмета. Винахід особливо придатний для визначення властивостей одного або декількох напівпрозорих предметів.

Передумови створення винаходу

Існують різні способи визначення якості зібраних фруктів і овочів. У сільськогосподарській галузі становлять інтерес сортування продукції на підставі внутрішніх параметрів, таких як вміст цукру, кислотність, сплість, наявність гнилі й ушкоджень, і зовнішніх ознак, таких як розмір, геометрична форма та колір, і на підставі цих параметрів і ознак проведення певних сортувальних операцій.

Добре відоме використання при визначенні різних властивостей зібраних фруктів і овочів спектроскопії в близькій інфрачервоній (NIR) області та спектроскопії у видимій (VIS) області. Випромінювання в близькій інфрачервоній (NIR) області зазвичай визначається як діапазон електромагнітного спектра в межах від 780 до 2500 нм, а спектр у межах від 400 нм до 780 нм називається випромінюванням у видимій (VIS) області. При спектроскопії в близькій інфрачервоній (NIR) області або видимій області (VIS) предмет, що піддають аналізу, опромінюють, і вимірюють відбите або прохідне випромінювання. Зміни відбитого світла аналізують для визначення різних характеристик поверхні предмета. Прохідне світло, тобто випромінювання, що проникає через предмет, зазнає розсіювання й/або поглинання, що впливає на його довжину хвилі. Ці зміни залежать від світлорозсіювальних властивостей предмета, а також від його хімічного складу.

Відомий рівень техніки включає документ JP 2010 210355 А, у якому описані спосіб і пристрій для виконання неруйнівного вимірювання концентрації цільового компонента. У цьому способі харчовий об'єкт, що піддають вимірюванню, такий як овоч, фрукт, м'ясо, опромінюють світлом з довжиною хвилі в діапазоні від 400 до 2500 нм. Шляхом детектування прохідного світла й/або відбитого світла одержують спектр поглинання, і концентрацію цільового компонента у вимірюваному предметі визначають, використовуючи калібровану криву, отриману зі значень поглинання всіх вимірювальних довжин хвиль або конкретної довжини хвилі.

Відомий рівень техніки включає також документ CN 2733343 Y, у якому описується внутрішнє інтегральне аналітичне устаткування для неруйнівного контролю сільськогосподарської продукції, такої як фрукти та овочі, що містить систему джерела світла, фільтр та систему візуалізації. Устаткування може освітлювати різну сільськогосподарську продукцію під різними кутами, і світло, що проникає через зразки, може надходити в спектрометр (якщо джерело світла є хроматичним) або детектор (якщо джерело світла є монохроматичним) за допомогою лінзи для використання спектроскопії в близькій інфрачервоній області для аналізу якості сільськогосподарської продукції.

Більш того, в документі JP 2009 226 248 описаний спосіб детектування знебарвлених гранул шляхом аналізу світла, відбитого/зворотно розсіяного від гранул.

Крім того, в документі US 6 646 218 описаний пристрій для сортування виробів, в якому світло, відбите від виробів, аналізується з метою встановлення відмінностей між прийнятними та неприйнятними виробами.

Крім того, в документі JP 2007 033 273 описаний пристрій для детектування сторонньої речовини в білих харчових продуктах із застосуванням відбитого та прохідного білого світла, причому оптична вісь світла, яке повинне проходити, вирівняна з полем огляду камери, внаслідок чого стороння речовина є чітко видимою.

У відомих системах і способах предмети опромінюють і аналізують по одному, що вимагає розміщення кожного предмета всередину детектора або вручну, або на конвеєрній стрічці, що має спеціально виділені гнізда для кожного предмета. Бажано, таким чином, підвищити пропускну здатність предметів у вищезгаданих пристроях.

Сутність винаходу

Винахід викладений і охарактеризований в незалежних пунктах формули винаходу, а в залежних пунктах формули винаходу описані інші характеристики винаходу.

Таким чином, пропонується пристрій для детектування речовини, який відрізняється тим, що містить:

- засоби групової подачі, призначені для подачі декількох предметів у зону детектування;
- щонайменше одне джерело світла, яке має фокусувальний елемент і призначене для освітлення щонайменше одного предмета, що рухається в площині предмета в зоні

детектування; і

- перший пристрій для аналізу світла, призначений для зчитування світла, яке пройшло через предмет.

Відповідно до одного прикладу пропонується пристрій для детектування речовини, який відрізняється тим, що містить:

- засоби групової подачі, призначені для подачі декількох предметів в зону детектування;

- щонайменше одне джерело світла, кожне з яких має фокусувальний елемент і призначене для відправлення світла у відповідному першому напрямку для освітлення щонайменше одного предмета, що рухається в площині предмета в зоні детектування; і - перший пристрій для аналізу світла, призначений для зчитування світла, яке пройшло через предмет, і для встановлення кількості світла, отриманого від зазначеного щонайменше одного джерела світла, причому зазначений перший пристрій для аналізу світла, призначений для зчитування світла, яке має напрямок у межах поля огляду зазначеного першого пристрою для аналізу світла, та

причому зазначений відповідний перший напрямок відрізняється від напрямків у межах поля огляду зазначеного першого пристрою для аналізу світла.

Іншими словами, при відсутності предмета в зоні детектування світло, яке випромінюється або відправляється зазначеним щонайменше одним джерелом світла, зазвичай не буде зчитуватися зазначеним першим пристроєм для аналізу світла. Виражаючись інакше, при відсутності предмета в зоні детектування світло, яке випромінюється або відправляється зазначеним щонайменше одним джерелом світла, буде відправлятися за межі поля огляду зазначеного першого пристрою для аналізу світла. Зокрема, при відсутності предмета в зоні детектування зазначеним першим пристроєм для аналізу світла, зазвичай не буде зчитуватися ніяка частина або буде зчитуватися не більше, ніж дуже мала частина світла, відправленого від зазначеного щонайменше одного джерела світла, внаслідок, наприклад, розсіювання в навколишнє середовище або поверхню (поверхні). Відповідно до одного прикладу при відсутності предмета в зоні детектування зазначений перший пристрій для аналізу світла ідентифікує не більш 10%, або не більш 5%, або не більш 1%, або не більш 0,5%, або не більш 0,1%, або не більш 0,05% світла, відправленого із щонайменше одного джерела світла.

Відповідно до одного прикладу, якщо предмет присутній у зоні детектування й опромінюється зазначеним щонайменше одним джерелом світла, світло від зазначеного щонайменше одного джерела світла, перш ніж досягає датчика пристрою для аналізу світла, дифузно проходить через зазначений предмет або відбивається від нього. Зокрема, більш 75% або більш 90% цього світла від зазначеного щонайменше одного джерела світла, що досягають датчика зазначеного першого пристрою для аналізу світла, дифузно пройшли через зазначений предмет або відбилися від нього, перш ніж досягли датчика пристрою для аналізу світла.

Як вже було відзначено, зазначений перший пристрій для аналізу світла призначений для ідентифікації світла, отриманого від зазначеного щонайменше одного джерела світла; іншими словами, зазначений перший пристрій для аналізу світла призначений для проведення відмінності між навколишнім світлом і світлом, отриманим від щонайменше одного джерела світла. Виражаючись інакше, кількість світла, одержувана від зазначеного першого пристрою для аналізу світла, набагато вище рівня шуму, присутнього, коли щонайменше одне джерело світла не виключене.

Відповідно до одного прикладу джерело світла та фокусувальний елемент мають результуючу оптичну вісь, спрямовану в першому напрямку. Зазначений перший напрямок перебуває за межами поля огляду зазначеного першого пристрою для аналізу світла, іншими словами, незаломлене світло, випромінюване по зазначеній першій оптичній осі, перебуває за межами поля огляду зазначеного першого пристрою для аналізу світла та не буде зчитуватися зазначеним першим пристроєм для аналізу світла.

В одному варіанті здійснення щонайменше одне джерело світла призначене для відправлення падаючого світла в напрямку декількох предметів, що рухаються в площині предмета, і причому перший пристрій для аналізу світла розташований так, що площини вимірювання для прохідного світла та падаючого світла лежать не в одній площині.

В одному варіанті здійснення засоби групової подачі призначені для подачі предметів у зону детектування випадковим чином.

В одному варіанті здійснення щонайменше одне джерело світла розташоване в першому фокусі відбивача в формі зрізаного еліпсоїда, а відбивач розташований таким чином, що другий фокус відбивача в формі зрізаного еліпсоїда збігається із площиною предмета.

Іншими словами, світло, яке випромінюється від щонайменше одного джерела світла, спочатку буде збігатися у фокус, а потім розбігатися. Пристрій переважно розташований таким

чином, що розбіжне світло не досягне його датчика.

Щонайменше одне джерело світла може містити один або декілька світловипромінювальних діодів (світлодіодів) і може додатково містити щонайменше одну лінзу, яка може фокусувати світло в площині предмета.

5 В одному варіанті здійснення джерело світла та перший пристрій для аналізу світла розташовані із протилежних сторін площини предмета. В одному варіанті здійснення перше джерело світла розташоване симетрично другому джерелу світла відносно центральної осі.

В одному варіанті здійснення другий пристрій для аналізу світла розташований із протилежної сторони площини предмета відносно першого пристрою для аналізу світла і
10 призначений для приймання відбитого світла від предмета, отриманого в результаті зі світла, відправленого від відповідних першого та другого джерел світла.

В одному варіанті здійснення щонайменше третє джерело світла розташоване по ту ж сторону від площини предмета, що й перший пристрій для аналізу світла, і призначене для опромінення предмета світлом, відбитим на перший пристрій для аналізу світла.

15 Пристрій може містити систему спектроскопії або систему гіперспектральної камери.

В одному варіанті здійснення щонайменше одне джерело світла являє собою імпульсне джерело світла, призначене для відправлення пульсуючого світла в зону детектування. Засоби керування світлом можуть бути забезпечені та призначені для відправлення пульсуючого світла в зону детектування керованим чином.

20 Засоби групової подачі можуть включати вібраційний живильник або конвеєрну стрічку, факультативно в комбінації з жолобом, за допомогою яких забезпечується падіння предметів через зону детектування. Крім того, засоби групової подачі можуть також містити напівпрозору конвеєрну стрічку, що проходить у зону детектування та призначена щонайменше для часткової підтримки предмета в зоні детектування.

25 В одному варіанті здійснення конвеєрна стрічка включає конвеєрну стрічку із дротяної сітки або дві конвеєрні стрічки, розділені проміжком.

Крім того, пропонується система для сортування предметів, в якій пристрій згідно з винаходом об'єднаний із виштовхувальним пристроєм, призначеним для керованого та вибіркового виштовхування предмета із системи, виходячи із властивостей світла, отриманого
30 першим пристроєм для аналізу світла.

Крім того, пропонується спосіб визначення параметра щонайменше одного предмета, який включає етапи

- i) забезпечення переміщення предмета в площині в зоні детектування;
- ii) освітлення предмета падаючим світлом;
- 35 iii) детектування світла, яке пройшло через предмет і падає в площині вимірювання; та
- iv) визначення специфічного для предмета параметра на підставі детектованого прохідного світла, що падає в площині вимірювання.

Крім того, пропонується спосіб визначення параметра щонайменше одного предмета, який включає етапи

- 40 i) забезпечення переміщення предмета в площині (P-P) у зоні детектування (D);
- ii) освітлення предмета падаючим світлом, що має перший напрямок, яке випромінюється щонайменше від одного джерела світла;
- iii) детектування й ідентифікація світла, що надходить від зазначеного щонайменше одного джерела світла та проходить через предмет, причому зазначене світло має другий напрямок,
- 45 який відрізняється від зазначеного першого напрямку; і
- iv) визначення специфічного для предмета параметра на підставі детектованого прохідного світла.

В одному варіанті здійснення площини вимірювання для прохідного світла та падаючого світла лежать не в одній площині. Рух на етапі i) включає вільне падіння або може
50 здійснюватися за допомогою конвеєрної стрічки.

В одному варіанті здійснення способу згідно з винаходом етап освітлення включає відправлення пульсуючого світла в напрямку зони детектування, а етап детектування додатково включає детектування навколишнього світла протягом проміжків часу, у які світло не відправляють у напрямку зони детектування.

55 Специфічний для предмета параметр може являти собою один або декілька параметрів зі списку, що містить: вміст цукру, кислотність, сплість, наявність гнилі, наявність механічних ушкоджень, присутність сторонньої речовини, присутність кістки.

В одному варіанті здійснення предмет сортують, виходячи зі специфічного для предмета параметра, визначеного на етапі iv).

60 Винахід не обмежується спектроскопією в близькій інфрачервоній (NIR) або видимій (VIS)

областях спектра та може в цілому використовуватися з будь-яким способом спектроскопії, включаючи також, але без обмеження, спектроскопію в ультрафіолетовій (UV) і середній інфрачервоній (MIR) областях спектра.

Крім того, усе, що зазначено вище відносно пристрою, як правило може застосовуватися й до способів.

Стислий опис графічних матеріалів

Ці й інші характеристики винаходу стануть зрозумілими з наступного опису одного переважного виду варіанта здійснення, наведеного як приклад, що не обмежує обсяг даного винаходу, з посиланнями на прикладені графічні матеріали, на яких:

фіг. 1a і 1b являють собою вид збоку та вид зверху відповідно першого варіанта здійснення системи згідно з винаходом;

фіг. 2 являє собою вид збоку другого варіанта здійснення системи згідно з винаходом;

фіг. 3 являє собою вид збоку третього варіанта здійснення системи згідно з винаходом;

фіг. 4 являє собою вид збоку четвертого варіанта здійснення системи згідно з винаходом;

фіг. 5 являє собою вид збоку п'ятого варіанта здійснення системи згідно з винаходом;

фіг. 6 являє собою вид збоку, що ілюструє ще один варіант здійснення винаходу; і

на фіг. 7 показане розташування, у якому світло з корпусу лампи є пульсуючим.

Докладний опис переважного варіанта здійснення

У наступному описі будуть використовуватися такі терміни, як «горизонтальний», «вертикальний», «бічний», «вперед та назад», «нагору й униз», «верхній», «нижній», «внутрішній», «зовнішній», «передній», «задній» тощо. Ці терміни, як правило, відносяться до видів і орієнтацій, як показано на графічних матеріалах, і пов'язані з нормальним використанням винаходу. Ці терміни використовуються лише для зручності читача та не повинні обмежувати обсяг даного винаходу.

На фіг. 1a і 1b наведене схематичне зображення системи згідно з винаходом. Освітлювальна система 8 передає світло L у напрямку системи 4 спектроскопії. Конвеєр 3 подає кілька предметів 2 (наприклад, зібрані фрукти або овочі) у напрямку, показаному стрілкою M, і при цьому предмети 2 послідовно звалюються й (у цілому по параболічній траєкторії) падають униз через освітлену зону, утворену між освітлювальною системою та системою спектроскопії. Літерою S позначена лінія сканування, літерами P-P - площина предмета, і літерами SR - діапазон сканування. Таким чином, предмети 2 освітлюються знизу, коли вони падають у площині предмета в зоні D детектування, і система 4 спектроскопії детектує й аналізує прохідне світло.

Освітлювальна система може містити один або декілька джерел світла та допоміжні пристрої (наприклад, відбивачі, лінзи), здатні фокусувати світло в площині P-P предмета. Таким чином придатні джерела світла можуть включати суперконтинуумні лазери, ширококутові джерела світла, такі як галогенні лампи, або один або декілька світловипромінювальних діодів (світлодіодів) у комбінації з придатними лінзами або іншими фокусувальними елементами. Один приклад такої фокусувальної системи розкритий у документі EP 0 772 498 B1, що описує систему оптичного контролю, яка має лінзи для спрямування світла з його джерел, таких як світлодіоди, на продукти, що проходять через зону контролю. Джерело світла може являти собою, наприклад, одиночний ширококутовий світлодіод або матрицю з декількох світлодіодів, кожний з яких має різну ширину спектральної смуги.

У проілюстрованому варіанті здійснення система 4 спектроскопії містить обертове дзеркало 6 та датчик 7. Ця установка створює одиночний спектр для кожної точки на лінії S сканування. Слід розуміти, що датчик може включати, наприклад, спектрометр або систему гіперспектральної камери. Крім того, система спектроскопії може використовувати дуже чутливі системи спектрометрів, що мають, наприклад, лавинні фотодіоди (APD) або фотоелектронні помножувачі (PMT), відомі в даній галузі техніки.

На фіг. 2 наведене схематичне зображення другого варіанта здійснення системи згідно з винаходом. Позицією 3 позначений пристрій групової подачі, такий як конвеєрна стрічка або вібраційний живильник і жолоб, функцією якого є подача декількох предметів таким чином, щоб вони падали в зону D детектування. Для наочності ілюстрації на фіг. 2 проілюстрований тільки один предмет. Однак слід розуміти, що кілька предметів можуть падати в зону D детектування одночасно, подібно до ситуації, показаної на фіг. 1a,b. На фіг. 2 зображена ситуація, коли предмет 2 (наприклад, фрукт або овоч) звалився із пристрою 3 подачі і падає в зоні D детектування, як показано стрілкою G.

Джерело 10 світла призначене для відправлення променя I₁ падаючого світла в напрямку предмета 2, що падає в площині P-P предмета. Лінією T показане прохідне світло, що падає в площині вимірювання (видиме уздовж площини), тобто прохідне світло T, яке детектує система

4 спектроскопії. Іншими словами, частина променя I_1 падаючого світла проходить через предмет і після цього детектується/ідентифікується системою 4 спектроскопії; ця частина далі називається прохідним і детектованим світлом. Як можна бачити на фіг. 2, напрямок падаючого світла I_1 відрізняється від напрямку прохідного та детектованого світла TD_1 . Зокрема, напрямок падаючого світла може бути однаковим з напрямком центральної осі падаючого світла, а напрямок прохідного та детектованого світла може бути однаковим із центральною віссю прохідного та детектованого світла.

При відсутності предмета в зоні детектування світло, яке випромінюється або відправляється джерелом 10 світла, не буде зчитуватися системою 4 спектроскопії, оскільки світло, випромінюване джерелом 10 світла, буде відправлятися за межі поля огляду зазначеної системи 4 спектроскопії. Зокрема, при відсутності предмета в зоні детектування системою 4 спектроскопії зазвичай не буде зчитуватися ніяка частина або буде зчитуватися не більше, ніж дуже мала частина світла, відправленого із джерела світла, внаслідок, наприклад, розсіювання в навколишнє середовище. Відповідно до одного прикладу при відсутності предмета в зоні детектування система 4 спектроскопії ідентифікує не більш 10%, або не більш 5%, або не більш 1%, або не більш 0,5%, або не більш 0,1%, або не більш 0,05% світла, відправленого із джерела 10 світла.

Якщо предмет присутній у зоні детектування та опромінюється зазначеним джерелом 10 світла, світло від джерела світла, перш ніж досягає датчика системи 4 спектроскопії, дифузно проходить через зазначений предмет або відбивається від нього. Зокрема, більш 75% або більш 90% цього світла від джерела світла системи, що досягають датчика системи 4 спектроскопії, дифузно пройшли через зазначений предмет або відбилися від нього, перш ніж досягли датчика пристрою для аналізу світла.

Відповідно до одного прикладу джерело 10 світла та фокусувальний елемент 12 мають результуючу оптичну вісь (ОА), спрямовану в першому напрямку. Зазначений перший напрямок перебуває за межами поля огляду зазначеної системи 4 спектроскопії, іншими словами, незаломлене світло, випромінюване по зазначеній першій оптичній осі, перебуває за межами поля огляду зазначеної системи 4 спектроскопії та не буде зчитуватися системою 4 спектроскопії.

У системі спектроскопії прохідне та детектоване світло аналізується для визначення внутрішніх властивостей предмета. Якщо ці внутрішні властивості перебувають за межами заданих допусків, наприклад, якщо предмет має внутрішні ділянки, які згнили або ушкоджені, на виштовхувальний пристрій 9 (розташований після зони D детектування) відправляється сигнал команди (лінії керування не показані), і цей пристрій видаляє предмет із системи. Виштовхувальний пристрій 9, який є факультативним, може являти собою будь-який відомий механічний пристрій для виштовхування або видалення, таке як заслінка, механічні пальці, повітряні сопла тощо.

Джерело 10 світла та система 4 спектроскопії розташовані таким чином, що падаюче світло I_1 і площина T вимірювання не знаходяться на одній лінії. Зона DB, що перебуває по іншу сторону предмета 2 відносно системи 4 спектроскопії, є або порожньою, або містить факультативний темний контрольний елемент 61. Цей контрольний елемент запобігає «осліпленню» системи спектроскопії при відсутності предметів у зоні детектування.

Для того щоб оптимізувати інтенсивність світла в площині предмета, у проілюстрованому варіанті здійснення джерело 10 світла являє собою широкосмугове джерело світла, таке як галогенна лампа, розташований усередині відбивача 12, як показано на фіг. 2. Таким чином, з посиланням на фіг. 1a,b, у варіанті здійснення, проілюстрованому на фіг. 2, освітлювальна система 8 містить джерело 10 світла та відбивач 12 у корпусі 42 лампи. Відбивач 12 має форму зрізаного еліпсоїда (зрізаного паралельно малої осі еліпсоїда), а джерело 10 світла розташований у першому фокусі f_1 зрізаного еліпсоїда. Оскільки кожний промінь світла, який випромінюється з першого фокуса f_1 зрізаного еліпсоїда, відбивається відбивачем для збігання в другому фокусі f'_1 , система розроблена таким чином, що площина Р-Р предмета проходить через другий фокус f'_1 . Це забезпечує, що при падінні через зону D детектування предмет 2 опромінюється концентрованим світлом. Іншими словами, світло, яке випромінюється джерелом 10 світла, буде спочатку збігатися у фокусі f'_1 , після чого розбігатися. Пристрій для аналізу світла зазвичай розташований таким чином, що розбіжне світло не досягає його датчика.

Слід розуміти, що хоча на фіг. 2 предмет 2 показаний падаючим вертикально в площині Р-Р предмета, це не є обов'язковим для винаходу. Достатньо, щоб предмет проходив через другий фокус f'_1 і площину предмета в зоні D детектування, тобто предмет може мати не вертикальну траєкторію.

На фіг. 3 наведене схематичне зображення третього варіанта здійснення системи згідно з винаходом. Далі будуть розглянуті лише ті аспекти, які відрізняються від описаних вище з посиланням на фіг. 2. У цьому третьому варіанті здійснення друге джерело 20 світла і відповідний другий відбивач 22 в формі зрізаного еліпсоїда розташовані аналогічно першому джерелу 10 світла та першому відбивачу 12, як описано вище, усередині корпусу 42 лампи, із другим джерелом 20 світла в першому фокусі f_2 зрізаного еліпсоїда. Другий відбивач 20 і перший відбивач 10 розташовані симетрично відносно загальної центральної осі С, і другий відбивач 20 (подібно першому відбивачу 10) розташований так, що площина Р-Р предмета проходить через другий фокус f'_2 другого відбивача. Таким чином, другі фокуси f'_1 , f'_2 збігаються та лежать у площині Р-Р предмета, як проілюстровано на фіг. 3. Цей варіант здійснення дозволяє ефективно подвоїти інтенсивність опромінення на предметі 2 у порівнянні з варіантом здійснення, проілюстрованим на фіг. 2.

Перше та друге джерела 10, 20 світла відправляють свої відповідні перший і другий промені I_1 , I_2 світла в напрямку предмета 2, що падає в площині Р-Р предмета. Прохідне світло, що падає в площині Т вимірювання, детектується системою 4 спектроскопії, як описано вище. Іншими словами, частина променя I_1 падаючого світла та частина променя I_2 падаючого світла проходять через предмет і потім детектуються системою 4 спектроскопії; ці частини називаються прохідним і детектованим світлом. Як можна побачити на фіг. 3, напрямки променів I_1 , I_2 падаючого світла відрізняються від напрямку прохідного та детектованого світла TD_{12} . Зокрема, напрямок променів падаючого світла може бути однаковим з напрямком центральної осі променя падаючого світла, а напрямок прохідного та детектованого світла може бути однаковим із центральною віссю прохідного та детектованого світла.

Між відбивачами 12, 22 розташований темний контрольний елемент 61, що запобігає «осліпленню» системи спектроскопії при відсутності предметів у зоні D детектування. В одному практичному варіанті здійснення відбивачі і їх відповідні джерела світла можуть розташовуватися в одному корпусі 42 лампи. Таким чином, з посиланням на фіг. 1a,b, у варіанті здійснення, проілюстрованому на фіг. 2, освітлювальна система 8 містить джерела 10, 20 світла, відбивачі 12, 22 і контрольний елемент 61 у корпусі 42.

На фіг. 2 і 3 показаний також факультативний білий контрольний елемент 43, розташований у корпусі 42 лампи, але в межах діапазону сканування системи 4 спектроскопії. Білий контрольний елемент 43 дозволяє калібрувати систему, коли вона перебуває в режимі роботи, що може підвищити точність вимірів. Білий контрольний елемент може, наприклад, являти собою невелику піраміду з барію, розміщену так, що вона освітлюється джерелом (джерелами) світла.

На фіг. 4 наведене схематичне зображення четвертого варіанта здійснення системи згідно з винаходом. На цій ілюстрації корпус лампи не показаний. Далі будуть розглянуті лише ті аспекти, які відрізняються від описаних вище з посиланням на фіг. 3.

У цьому четвертому варіанті здійснення темний контрольний елемент (позиція 61 на фіг. 3) замінений отвором (або світловодом) 62 між відбивачами 12, 22, а друга система 5 спектроскопії розташована на одній лінії з першою системою 4 спектроскопії. При відправленні першого та другого променів I_1 , I_2 падаючого світла в напрямку предмета 2 частина Т проходить і відправляється в першу систему 4 спектроскопії. Однак частина падаючого світла також відбивається (як показано $R_{1,2}$) у напрямку другої системи 5 спектроскопії. Таким чином, ця конфігурація забезпечує як спектроскопію пропускання (у першій системі 4 спектроскопії), так і спектроскопію відбиття (у другій системі 5 спектроскопії).

Четвертий варіант здійснення містить також третє джерело 30 світла і оптичний фільтр 63, призначені для відправлення третього променя I_3 падаючого світла в напрямку предмета 2. Оптичний фільтр 63 призначений для блокування світла довжин хвиль, які б інакше створювали перешкоди прохідному світлу, що падає в площині Т вимірювання. Таким чином, третій промінь I_3 падаючого (відфільтрованого) світла відбивається предметом 2, і відбите світло R_3 направляється в першу систему 4 спектроскопії. Це третє джерело 30 світла забезпечує вимірювання й оцінку поверхневих властивостей предмета. Слід розуміти, що можуть використовуватися кілька джерел світла, подібних третьому джерелу 30 світла, наприклад, симетрично по іншу сторону першої системи 4 спектроскопії.

На фіг. 5 наведене схематичне зображення п'ятого варіанта здійснення системи згідно з винаходом. Цей варіант здійснення є по суті комбінацією третього та четвертого варіантів здійснення. На цій ілюстрації корпус лампи не показаний. Між першим і другим відбивачами 12, 22 розташований темний контрольний елемент 61, як описано вище з посиланнями на фіг. 3, а третє джерело 30 світла і оптичний фільтр 63 розташовані так, як описано вище з посиланнями на фіг. 4.

На фіг. 6 показаний варіант, у якому система згідно з винаходом розташована так, що предмет 2 не падає в площині предмета (як у варіантах здійснення винаходу, описаних вище), а переміщується через зону D детектування на конвеєрній стрічці 3', що рухається в напрямку В. Конвеєрна стрічка 3', вирівняна із площиною Р-Р предмета, є прозорою й/або напівпрозорою, завдяки чому промені $I_{1,2}$ світла можуть проходити через стрічку та на предмет. Конвеєрна стрічка 3' може, таким чином, являти собою, наприклад, конвеєрну стрічку із дротяної сітки або дві конвеєрні стрічки, розташовані із проміжком. Пристрій, показаний на фіг. 6, дозволяє використовувати систему згідно з винаходом для аналізу та сортування предметів, не придатних для падиння, наприклад, м'ясних продуктів. Прикладами таких м'ясних продуктів служать куряче м'ясо, свиняча грудинка та м'ясний фарш. Цей пристрій також придатний для детектування, аналізу та сортування предметів, які мають менш визначені форми та здатні утворювати шар або шматки на конвеєрній стрічці 3', таких як яловичий фарш, рубане м'ясо, м'ясний фарш тощо. На фіг. 6 цей тип предмета позначений позицією 2'. Слід розуміти, що пристрій на фіг. 6 може бути перевернутим, тобто джерела світла можуть знаходитися вище конвеєрної стрічки 3', а система спектроскопії - нижче.

При використанні будь-якої з варіантів здійснення системи і пристрою згідно з винаходом зазвичай можуть встановлюватися у виробничих цехах, наприклад, поруч із устаткуванням для впакування продукції або в м'ясопереробних установках, де умови для проведення процесів оптичного детектування можуть бути далеко не ідеальними. Наприклад, світло, детектоване системою спектроскопії, зазвичай являє собою суму (i) світла, згенерованого джерелами світла, яке пройшло через предмет, і (ii) навколишнього світла. Це зображене на фіг. 7, на якій стрілками, позначеними «А», показане навколишнє світло, а L' представляє пульсуюче світло, що надходить від імпульсного джерела 40 світла в корпусі 42 лампи. Навколишнє світло може становити значну частину детектованого світла та може негативно впливати на процес детектування. Тому бажано зуміти усунути навколишнє світло із процесу детектування та вимірювання.

Отже, згідно з винаходом пропонуються спосіб і відповідні засоби для вимикання джерела (джерел) світла на деякий період часу, щоб система спектроскопії могла вимірювати лише навколишнє світло. Коли джерело світла виключене, світло через предмет не проходить. Пристрій обробки (не показаний) у системі 4 спектроскопії віднімає результат вимірювання навколишнього світла з результату вимірювання, виконаного системою спектроскопії, коли світло, згенероване освітлювальною системою (джерелами світла), проходить через предмет.

Предмети зазвичай рухаються (наприклад, падають) через зону детектування з високою швидкістю, і періоди часу, у які джерело світла виключене, повинні відповідати цій швидкості. Цього можна досягти при використанні імпульсних сфокусованих світлодіодів, що забезпечують швидкий цикл вмикання/вимикання. Використання імпульсних світлодіодів дозволяє детектувати прийняте світло від сусідніх пікселів, коли джерело світла вимкнене (тільки навколишнє світло) і ввімкнене (згенероване світло + навколишнє світло). Якщо джерелом світла є, наприклад, галогенна лампа (яка має меншу швидкодію) пульсуюче світло L' можна одержати шляхом розташування перед джерелом світла засобу 45 керування світлом, як показано на фіг. 7. Засіб 45 керування світлом може являти собою, наприклад, механічний затвор або так зване електрохромне скло. Електрохромні стекла добре відомі, одним із прикладів є скло Smartglass™, що випускається компанією Schott AG.

Ця здатність вимірювати та віднімати навколишнє світло під час процесу детектування підвищує універсальність системи. Наприклад, зона детектування не повинна бути розміщена в закритій шафі, вона може перебувати на відкритому повітрі та зазнавати впливу навколишнього світла. Слід розуміти, що імпульсні світлодіоди можна комбінувати із засобом 45 керування світлом.

Хоча винахід описаний з посиланнями на детектування речовини у фруктах, овочах і м'ясі, слід розуміти, що винахід так само застосовний до детектування речовини в напівпрозорих предметах взагалі, включаючи без обмеження інші харчові продукти.

ФОРМУЛА ВИНАХОДУ

1. Пристрій для детектування речовини, який **відрізняється** тим, що містить: засоби (3; 3') групової подачі, призначені для подачі декількох предметів (2; 2') у зону детектування (D); щонайменше одне джерело (8; 10, 20; 40) світла, кожне з яких має фокусувальний елемент і виконане з можливістю відправлення світла у відповідному першому напрямку (I_1 ; I_2) для

- освітлення щонайменше одного предмета (2; 2'), який рухається в площині (P-P) предмета в зоні детектування (D); і
- перший пристрій (4) для аналізу світла, призначений для зчитування світла, яке було випромінено із зазначеного щонайменше одного джерела світла та пройшло через предмет, і
- 5 для встановлення кількості світла, отриманого від зазначеного щонайменше одного джерела світла,
- причому зазначений перший пристрій (4) для аналізу світла призначений для зчитування світла (TD_1 ; TD_{12}), яке має напрямок у межах поля огляду зазначеного першого пристрою (4) для аналізу світла, та
- 10 причому зазначений відповідний перший напрямок відрізняється від напрямків у межах поля огляду зазначеного першого пристрою (4) для аналізу світла.
2. Пристрій за п. 1, який **відрізняється** тим, що засоби (3) групової подачі призначені для подачі предметів (2) у зону (D) детектування випадковим чином.
3. Пристрій за будь-яким із попередніх пунктів, який **відрізняється** тим, що щонайменше одне
- 15 джерело (10; 20) світла розташоване у першому фокусі (f_1 ; f_2) відбивача (12; 22) в формі зрізаного еліпсоїда, і відбивач розташований таким чином, що другий фокус (f'_1 ; f'_2) відбивача в формі зрізаного еліпсоїда збігається із площиною (P-P) предмета.
4. Пристрій за будь-яким із попередніх пунктів, який **відрізняється** тим, що щонайменше одне джерело світла містить один або декілька світловипромінювальних діодів (світлодіодів).
- 20 5. Пристрій за будь-яким із попередніх пунктів, який **відрізняється** тим, що щонайменше одне джерело (40) світла додатково містить щонайменше одну лінзу, яка може фокусувати світло в площині (P-P) предмета.
6. Пристрій за будь-яким з попередніх пунктів, який **відрізняється** тим, що джерело світла та перший пристрій для аналізу світла розташовані із протилежних сторін площини (P-P)
- 25 предмета.
7. Пристрій за будь-яким з попередніх пунктів, який **відрізняється** тим, що перше джерело (10) світла розташоване симетрично другому джерелу (20) світла відносно центральної осі (C).
8. Пристрій за п. 7, який **відрізняється** тим, що другий пристрій (5) для аналізу світла розташований із протилежної сторони площини (P-P) предмета відносно першого пристрою (4)
- 30 для аналізу світла і призначений для приймання відбитого світла ($R_{1,2}$) від предмета, отриманого в результаті зі світла (I_1 , I_2), відправленого від відповідних першого та другого джерел світла.
9. Пристрій за будь-яким із попередніх пунктів, який **відрізняється** тим, що додатково містить щонайменше третє джерело (30, 63) світла, розташоване по ту ж сторону від площини (P-P)
- 35 предмета, що й перший пристрій (4) для аналізу світла, і призначене для опромінення предмета світлом (I_3), відбитим (R_3) на перший пристрій (4) для аналізу світла.
10. Пристрій за будь-яким із попередніх пунктів, який **відрізняється** тим, що пристрій (4, 5) для аналізу світла містить систему спектроскопії або систему гіперспектральної камери.
11. Пристрій за будь-яким із попередніх пунктів, який **відрізняється** тим, що щонайменше одне
- 40 джерело світла являє собою імпульсне джерело (40) світла, призначене для відправлення пульсуючого світла (L') у зону детектування.
12. Пристрій за будь-яким із пп. 1-11, який **відрізняється** тим, що додатково містить засіб (45) керування світлом, забезпечений та призначений для відправлення пульсуючого світла (L') у зону детектування керованим чином.
- 45 13. Пристрій за будь-яким із попередніх пунктів, який **відрізняється** тим, що засоби (3) групової подачі включають вібраційний живильник або конвеєрну стрічку з жолобом або без нього, за допомогою яких забезпечується падіння предметів через зону (D) детектування.
14. Пристрій за будь-яким із пп. 1-13, який **відрізняється** тим, що засоби групової подачі включають напівпрозору конвеєрну стрічку (3'), яка проходить у зону (D) детектування та
- 50 призначена щонайменше для часткової підтримки предмета (2; 2') у зоні детектування.
15. Пристрій за п. 14, який **відрізняється** тим, що конвеєрна стрічка (3') включає конвеєрну стрічку із дротяної сітки або дві конвеєрні стрічки, розділені проміжком.
16. Система для сортування предметів, яка **відрізняється** тим, що містить пристрій за будь-яким із пп. 1-15 та виштовхувальний пристрій (9), призначений для керованого та вибіркового
- 55 виштовхування предмета із системи, виходячи із властивостей світла, отриманого першим пристроєм для аналізу світла.
17. Спосіб визначення параметра щонайменше одного предмета (2; 2'), який включає етапи
- i) забезпечення переміщення предмета в площині (P-P) у зоні детектування (D);
- ii) освітлення предмета падаючим світлом, яке було випромінено із щонайменше одного
- 60 джерела світла та яке має перший напрямок;

iii) детектування й ідентифікація світла, що надходить від зазначеного щонайменше одного джерела світла та проходить через предмет, причому зазначене світло має другий напрямок, який відрізняється від зазначеного першого напрямку; і

iv) визначення специфічного для предмета параметра на підставі детектованого прохідного світла.

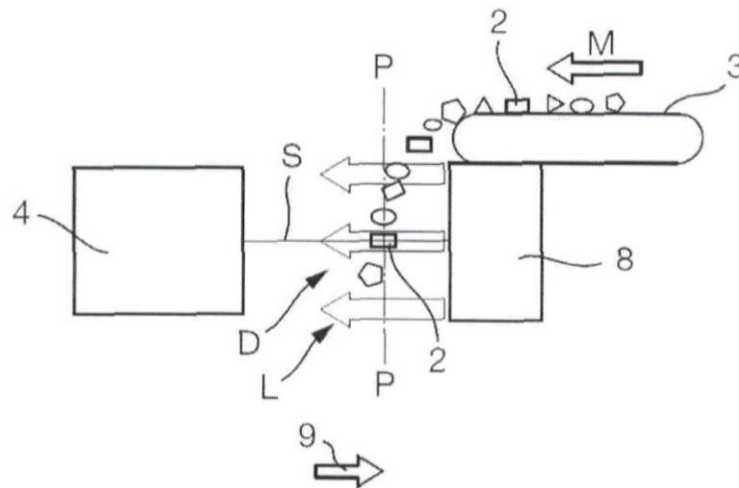
18. Спосіб за п. 17, який **відрізняється** тим, що рух на етапі i) включає вільне падіння.

19. Спосіб за п. 17, який **відрізняється** тим, що рух на етапі i) здійснюють за допомогою конвеєрної стрічки (3').

20. Спосіб за будь-яким із пп. 17-19, який **відрізняється** тим, що етап освітлення включає відправлення пульсуючого світла (L') у напрямку зони детектування; і етап детектування додатково включає детектування навколишнього світла (A) протягом проміжків часу, у які світло не відправляють у напрямку зони детектування.

21. Спосіб за будь-яким із пп. 17-20, який **відрізняється** тим, що специфічний для предмета параметр являє собою один або кілька параметрів з групи, що містить: вміст цукру, кислотність, сплість, наявність гнилі, наявність механічних ушкоджень, присутність сторонньої речовини, присутність кістки.

22. Спосіб за будь-яким із пп. 17-21, який **відрізняється** тим, що предмет сортують, виходячи зі специфічного для предмета параметра, визначеного на етапі iv).



Фіг. 1а

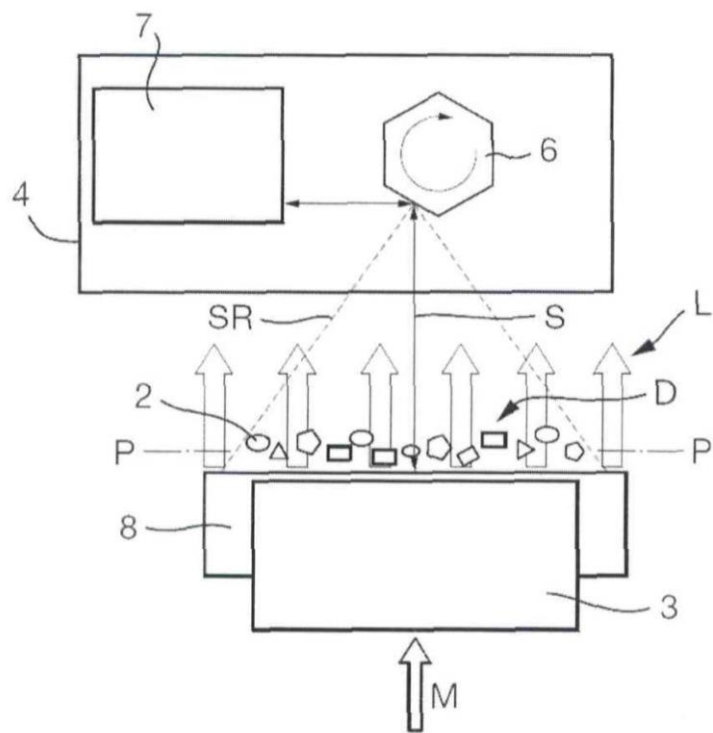


Fig. 1b

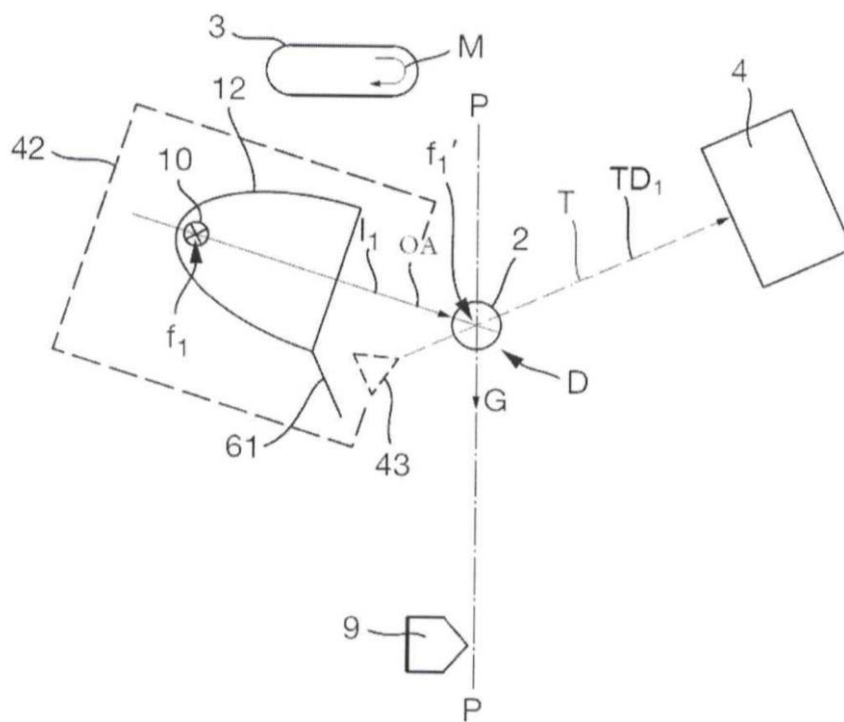


Fig. 2

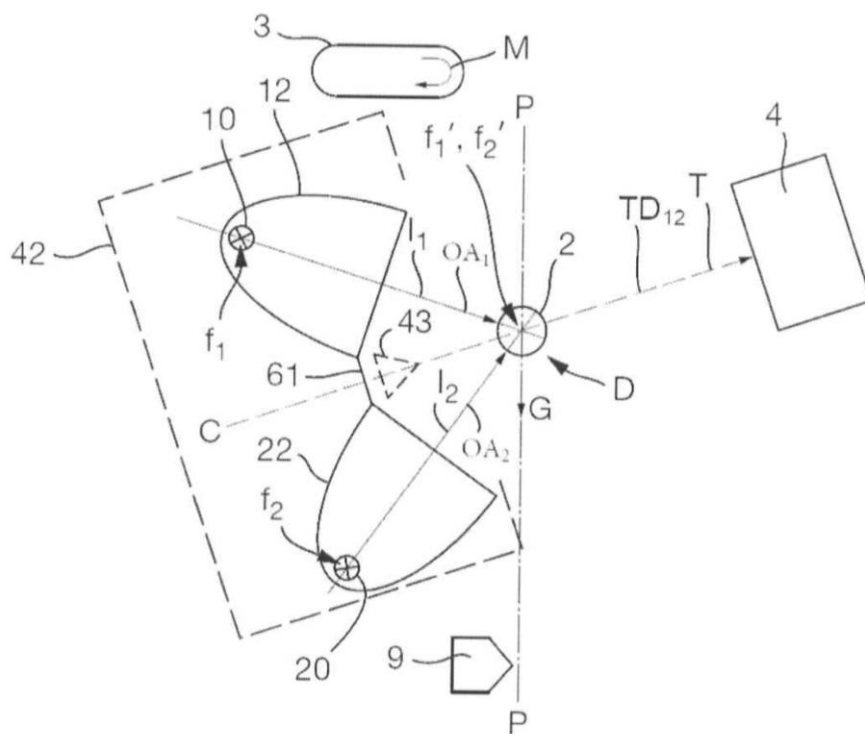


Fig. 3

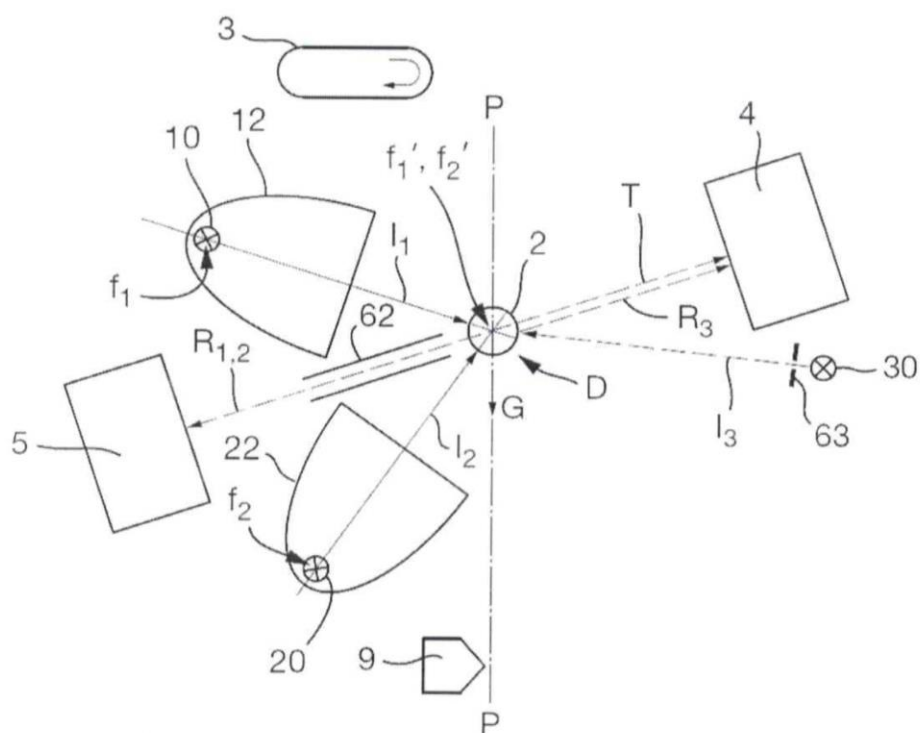


Fig. 4

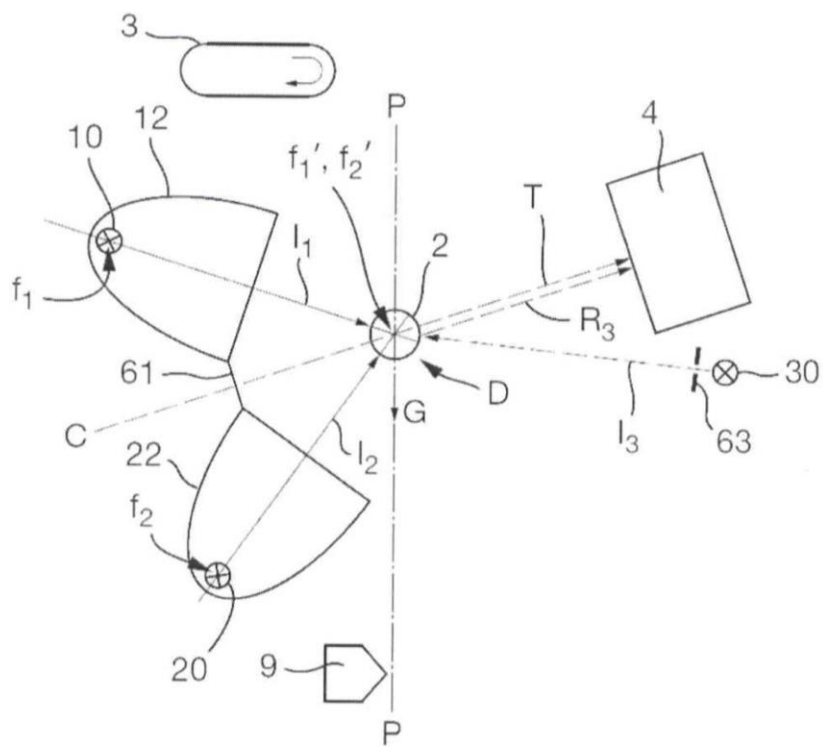


Fig. 5

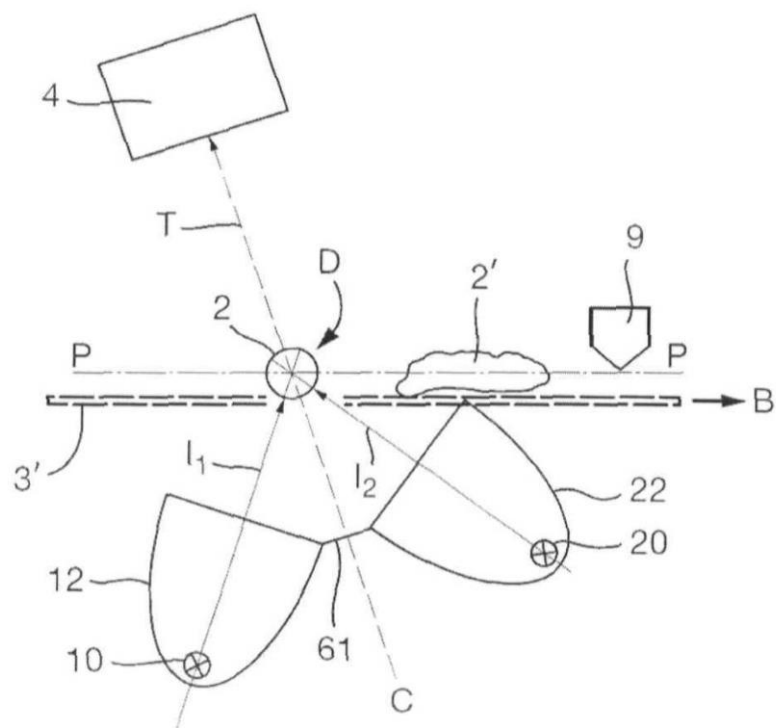


Fig. 6

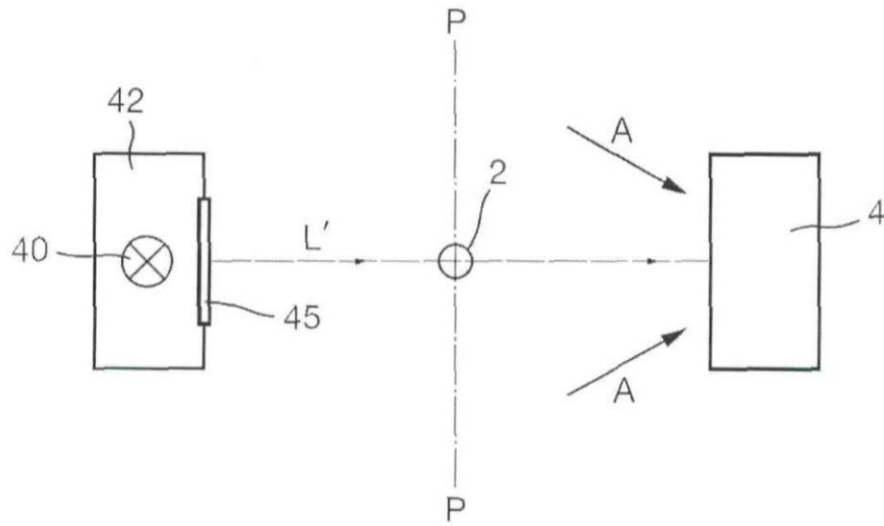


Fig. 7

Комп'ютерна верстка А. Крулевський

Міністерство розвитку економіки, торгівлі та сільського господарства України,
вул. М. Грушевського, 12/2, м. Київ, 01008, Україна

ДП "Український інститут інтелектуальної власності", вул. Глазунова, 1, м. Київ – 42, 01601