



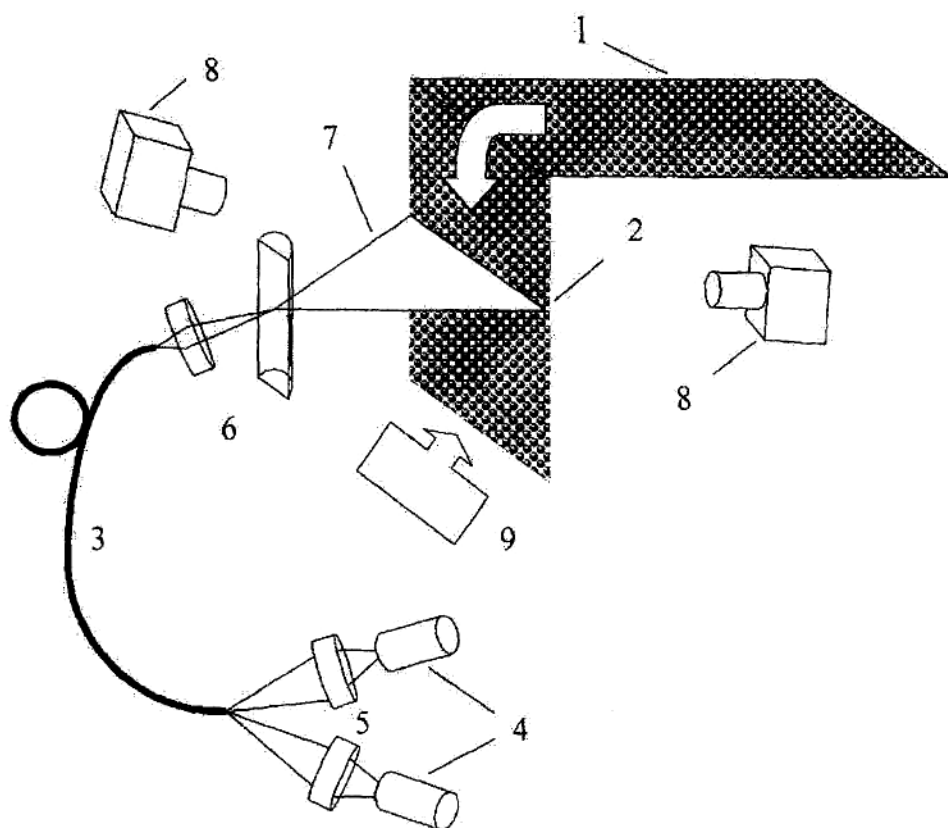
УКРАЇНА

(19) **UA** (11) **112246** (13) **C2**  
(51) МПК**B03B 13/02** (2006.01)**B07C 5/34** (2006.01)**G01N 21/88** (2006.01)**G07D 5/02** (2006.01)ДЕРЖАВНА СЛУЖБА  
ІНТЕЛЕКТУАЛЬНОЇ  
ВЛАСНОСТІ  
УКРАЇНИ**(12) ОПИС ДО ПАТЕНТУ НА ВІНАХІД****(21)** Номер заявки: **а 2015 02458****(22)** Дата подання заявки: **13.02.2014****(24)** Дата, з якої є чинними  
права на винахід: **10.08.2016****(31)** Номер попередньої  
заявки відповідно до  
Паризької конвенції: **2012156324****(32)** Дата подання  
попередньої заявки  
відповідно до  
Паризької конвенції: **24.12.2012****(33)** Код держави-учасниці  
Паризької конвенції,  
до якої подано  
попередню заявку: **RU****(41)** Публікація відомостей  
про заявку: **10.07.2015, Бюл.№ 13****(46)** Публікація відомостей  
про видачу патенту: **10.08.2016, Бюл.№ 15****(86)** Номер та дата  
подання міжнародної  
заявки, поданої  
відповідно до  
Договору РСТ **PCT/RU2014/000094,  
13.02.2014****(72)** Винахідник(и):**Чуйко Грігорій Владімірович (RU),  
Шульгін Владімір Алексєєвич (RU),  
Бабішов Елнур Мєггалієвич (RU),  
Гольдфарб Владімір Абрамовіч (RU),  
Мінаков Дмитрій Анатольєвич (RU),  
Пахомов Геннадій Владімірович (RU),  
Соколова Ольга Владіміровна (RU),  
Стригін Владімір Дмитрієвич (RU),  
Чуриков Анатолій Алексєєвич (RU)****(73)** Власник(и):**Чуйко Грігорій Владімірович,  
ул. Фридриха Енгельса, д. 63, кв. 56, г.  
Воронеж, 394018, Российская Федерация  
(RU)****(74)** Представник:**Аніщенко Людмила Анатоліївна, реєстр.  
№265****(56)** Перелік документів, взятих до уваги  
експертизою:**US 2010/046826 A1, 25.02.2010  
SU 1809921 A3, 15.04.1993  
RU 2172019 C2, 10.08.2001  
WO 2009/030004 A1, 12.03.2009  
US 2012/038915 A1, 16.02.2012  
UA a201100874, 10.03.2011  
UA 94758 C2, 10.06.2011****(54) ОПТОВОЛОКОННИЙ ЛАЗЕРНИЙ СОРТУВАЛЬНИК****(57)** Реферат:

Оптоволоконний лазерний сортувальник містить пристрій транспортування матеріалу, що сортують, пристрій лазерного освітлення матеріалу, що сортують, пристрій розгортки лазерного пучка, пристрій зчитування й обробки зображення, пристрій для видалення дефектних матеріалів. У пристрої додатково міститься оптичне волокно, вхід якого через фокусуючу оптику пов'язаний з оптичними виходами одного або декількох лазерів, а вихід оптичного волокна пов'язаний з фокусуючою і циліндричною оптикою розгортки лазерного пучка. Висока освітленість дозволяє одночасно реєструвати різними пристроями зчитування відбите і пройшовше лазерне випромінювання, зберігаючи при цьому високу продуктивність сортування. При цьому пристрої зчитування можуть виконувати свої функції в різних спектральних діапазонах. Можливість управління потужністю кількох лазерів дозволяє формувати необхідний спектральний склад освітлення робочої області. Функціональні можливості сортувальника розширюються при комутації джерел лазерного освітлення. Мала інерційність управління лазерним освітленням дозволяє у міру просування продукту відключати підсвічування одного

UA 112246 C2

діапазону і підключати підсвічування в іншому діапазоні, синхронізуючи цей процес з рядковою частотою відеокамери, оснащеної лінійним відеодатчиком.



Фіг. 1

Винахід, що заявляється, належить до пристроїв сортування об'єктів за кольором, розмірами, формою та іншими характеристиками, що доступні аналізу засобами машинного зору. Переважна область застосування - сортування сільськогосподарської продукції.

Відомі скануючі лазерні сортувальники [1,2], що мають у своєму складі пристрій транспортування матеріалу, що сортують, пристрій зчитування зображення, пристрій обробки зображення, пристрій для видалення дефектних матеріалів. Пристрій транспортування забезпечує безперервне подання матеріалу в зону зчитування зображення, а також в зону дії пристрою видалення дефектних матеріалів. Після зчитування зображення продукту аналізується пристроєм обробки зображення по одному або декільком з таких ознак: колір, структура, форма об'єкта. Ті об'єкти, у яких значення зчитаних ознак суттєво відхиляються від встановлених значень, видаляються з початкового потоку пристроєм для видалення дефектних матеріалів, який, як правило, являє собою масив повітряних ежекторів. Освітлення зони зчитування зображення сортувальника побудовано з використанням механічної системи розгортки променя. Пучок лазерного випромінювання з джерела спрямовується через напівпрозоре дзеркало на швидкообертову призму з дзеркальними гранями. За рахунок обертання призми здійснюється розгортка лазерного променя на всю область сканування зображення. Світло, відбите матеріалом, що проходить через область сканування, відбивається від обертового дзеркала і спрямовується на детектори випромінювання. Сигнали від фотодетекторів надходять у систему обробки зображення, яка визначає придатність продукту і подає сигнали в пристрій для видалення дефектних матеріалів. Перевагою такої схеми є те, що вона допускає одночасне використання декількох джерел лазерного випромінювання різних частот. До загальних недоліків даних схем можна віднести наступне. По-перше, для забезпечення високої продуктивності сортування необхідно, щоб лазерний промінь сканував область зчитування зображення 2000-5000 разів на секунду, що вимагає дуже високих швидкостей обертання дзеркальної призми. По-друге, фотодетектори не можуть забезпечити високої роздільної здатності, необхідної для сканування дрібних (1-5 мм) матеріалів. По-третє, складна оптична схема приводить до того, що найменші порушення в розташуванні оптичних елементів можуть призвести до виходу з ладу всієї системи.

Найбільш близьким до заявленого технічного рішення є скануючий лазерний сортувальник [3]. В цьому пристрої дзеркало, що обертається, призначене тільки для розгортки лазерного променя і не виконує функцію перенаправлення відбитого світла до фотодетекторів. Це дозволяє значно спростити оптичну схему пристрою. Функцію блоку фотореєстрації зображення виконує відеокамера з лінійним відеодатчиком, що значно покращує роздільну здатність пристрою.

У даному пристрої побудова зображення здійснюється внаслідок поєднання двох динамічних процесів - спрямованого руху продукту і періодично повторюваного руху променя лазерного освітлення, формованого рухомим дзеркалом. Крім того, при рівних експозиціях реєстрації зображення і, відповідно, рівних оптичних потужностях лазерних освітлювачів, у цьому скануючому сортувальнику багаторазово зростає короткочасна щільність потужності, що впливає на продукт та може призвести до його псування.

Крім того, частота сканування лінійного відеодатчика синхронна частоті розгортки лазерного променя і, тому, обмежена можливостями механічного сканера, що обмежує функціональні можливості пристрою і не забезпечує зчитування в різних спектральних діапазонах.

До того ж даний пристрій має невисоку надійність та обмежену сферу його застосування, оскільки у ньому для забезпечення незмінності настройки оптичної схеми необхідно забезпечувати високу швидкість обертання дзеркальної призми і високу точність рухливих механічних вузлів.

Крім того, в цьому пристрої не передбачено одночасне використання декількох джерел лазерного випромінювання різних частот, що обумовлено технічними складнощами суміщення ліній сканування просторово рознесених оптичних пучків.

В основу винаходу поставлена задача створення такого оптоволоконного лазерного сортувальника для сортування сільськогосподарських продуктів за кольором, розмірами, формою та іншими характеристиками, що доступні аналізу засобами машинного зору, в якому шляхом удосконалення конструкції досягається суттєве збільшення інформативності реєстрованого зображення, спрощення конструкції сортувальника, збільшення його надійності і зниження вартості виготовлення.

Поставлена задача вирішується тим, що у відомому лазерному сортувальнику, що містить пристрій транспортування матеріалу, що сортують, пристрій лазерного освітлення матеріалу, що сортують, пристрій розгортки лазерного пучка, пристрій зчитування й обробки зображення, пристрій для видалення дефектних матеріалів, згідно винаходу, додатково містить оптичне

волокно, вхід якого через фокусуючу оптику пов'язаний з оптичними виходами одного або декількох лазерів, а вихід оптичного волокна пов'язаний з фокусуючою і циліндричною оптикою пристрою розгортки лазерного пучка.

Крім того, оптоволоконний лазерний сортувальник містить два і більше пристроїв зчитування й обробки зображень, орієнтованих як на зчитування відбитого і пройшовшого через матеріал лазерного освітлення, так і на зчитування в різних спектральних діапазонах.

Доцільно, коли оптоволоконний лазерний сортувальник додатково містить модулятори інтенсивності лазерного освітлення.

До того ж, вхід оптичного волокна пристрою лазерного освітлювання може бути пов'язаний з оптичними виходами одного або декількох лазерів через фокусуючу оптику і поворотні призми.

Використання пристрою лазерного випромінювання для освітлення продукту, що рухається, дозволяє, зокрема, суттєво збільшити освітленість області формування зображення і, відповідно, скоротити час експозиції з метою збільшення розділення зображення, що формується, за рахунок збільшення частоти сканування лінійного відеодатчика. Висока освітленість дозволяє отримати відносно малі часи експозиції також при реєстрації випромінювання, що пройшло через продукт, або випромінювання флуоресценції, що дозволяє одночасно реєструвати різними пристроями зчитування відбитий і пройшовший сигнали при великій продуктивності сортування. При цьому пристрої зчитування можуть виконувати свої функції одночасно в різних спектральних діапазонах. Це розширює функціональні можливості лазерного сортувальника, що заявляється, в порівнянні з відомим пристроєм.

Наявність модуляторів інтенсивності лазерного освітлення у оптоволоконному лазерному сортувальнику дозволяє сформувати в одному циклі сортування зображення в різних спектральних діапазонах і зареєструвати одним ширококутовим лінійним відеодатчиком. Мала інерційність управління лазерним освітленням дозволяє по мірі руху продукту відключати підсвічування в одному діапазоні і підключати підсвічування в іншому діапазоні, синхронізуючи цей процес з рядковою частотою відеокамери, що оснащена лінійним відеодатчиком. Подальша цифрова обробка дозволить створити декілька зображень в різних спектральних діапазонах за допомогою однієї відеокамери. Спільна обробка зображень в різних спектральних діапазонах значно розширює функціональні можливості аналізу продукту, що сортується. У відомих сортувальниках дана задача вирішується за допомогою декількох відеокамер.

Дане технічне рішення дозволяє спростити просторове розміщення кількох лазерних джерел, зберігаючи при цьому малий кут введення випромінювання в оптичне волокно. Цей кут не повинен перевищувати величини апертурного кута оптичного хвильоводу і, крім того, необхідно мінімізувати цей кут для зниження витрат введення випромінювання в хвильовід.

Таким чином, у пристрої лазерне освітлення у вигляді плоского пучка постійно існує у всій області формування зображення, що збільшує інформативність реєстрованого зображення, до того ж, випромінюваній лазерного підсвічування розподілено по всій апертурі потоку, що рухається, і при незмінному часі експозиції щільність потужності суттєво знижується.

Завдяки тому, що в пристрої відсутні рухомі оптичні елементи, забезпечується надійність, простота виготовлення і низька вартість.

Крім того, у винаході, що заявляється, оптична схема об'єднання лазерного випромінювання різних частот за допомогою оптичного волокна дозволяє сформувати єдине джерело випромінювання і створити лінійну розгортку всіх спектральних діапазонів загальною оптичною схемою. Внаслідок цього реалізується висока точність просторового поєднання випромінювання різних джерел.

Суть винаходу пояснюється кресленнями, на яких представлено:

На Фіг. 1 - схема лазерного сортувальника.

На Фіг. 2 - схема введення випромінювання в хвильовід оптоволоконного лазерного сортувальника.

На Фіг. 1 зображена схема лазерного сортувальника. Пристрій 1 транспортування матеріалу, що сортується, подає продукт в зону лазерного освітлення 2. Пристрій лазерного освітлення складається з оптичного волокна 3 і одного або декількох лазерів 4, оптичні виходи яких через фокусуючу оптику 5 пов'язані з входом оптичного волокна 3. Вихідний торець оптичного волокна 3 пов'язаний з фокусуючою і циліндричною оптикою пристрою розгортки лазерного пучка 6. Циліндрична оптика формує плоский світловий пучок 7, що освітлює область зчитування зображення матеріалу, що сортується, фокусуюча оптика формує ширину лінії освітлення в зоні реєстрації зображення. Пристрій зчитування й обробки зображення 8 аналізує зображення і по встановленим критеріям формує керуючі сигнали, що подаються на пристрій 9. Пристрій 9 здійснює видалення дефектних матеріалів.

На Фіг. 2 зображена схема введення випромінювання в хвилевід оптоволоконного лазерного сортувальника, в якому вхід оптичного волокна пов'язаний з оптичними виходами одного або декількох лазерів через фокусуючу оптику і поворотні призми 10.

Робота лазерного сортувальника здійснюється наступним чином.

5 Пристрій 1 транспортування матеріалу, що сортується, з накопичувача подає продукт в зону лазерного освітлення 2 одним з відомих способів, наприклад за допомогою транспортерної стрічки, віброживильника зі скатним лотком або іншим способом. Падаючий або рухомий потік продукту обмежений по ширині апертурою зображення, що реєструється, і по променю зору глибиною різкості об'єктива пристрою зчитування. Випромінювання одного або декількох  
10 лазерів 4 фокусуючою оптикою 5 проеціюється на вхідному торці оптичного волокна 3. Випромінювання вихідного торця оптичного волокна 3 фокусуючою і циліндричною оптикою 6 проеціюється на площину зони реєстрації зображення 2 у вигляді плоского світлового пучка 7. Циліндрична оптика пристрою розгортки лазерного пучка розраховується таким чином, щоб освітлювана область збіглася із зоною реєстрації зображення пристроєм 8, що містить лінійний відеодатчик. Нерівномірність інтенсивності в зоні освітлення може бути скомпенсована на етапі формування і обробки відеосигналу в пристрої 8. Пристрій зчитування й обробки зображення 8 за час, що не перевищує часу проходження продукту від зони реєстрації зображення до пристрою видалення дефектних матеріалів, приймає рішення про видалення некондиційного продукту. Пристрій 8 в розрахунковий час формує адресу просторового положення об'єкта, що  
20 видаляється, і активує роботу пристрою 9 видалення дефектних матеріалів. Поворотні призми 10 дозволяють обмежити кутовий спектр випромінювання, що вводиться в оптичний хвилевід і, крім того, дозволяють спростити задачу просторового розміщення лазерів і оптичних елементів формування розгортки лазерного пучка.

25 Джерела інформації:

1. Патент США № 6,509,537, МПК В07С 5/342, В1, опубл. 21.01.2003р.
2. Патент США № 6,864,970 В1, МПК В07С 5/342, опубл. 08.05.2005р.
3. Заявка на винахід США № 2010/0046826 А1, МПК G06Т 7/00, опубл. 25.02.2010р.

30

#### ФОРМУЛА ВІНАХОДУ

1. Оптоволоконний лазерний сортувальник, який містить пристрій транспортування матеріалу, що сортують, пристрій лазерного освітлення матеріалу, що сортують, пристрій розгортки лазерного пучка, пристрій зчитування й обробки зображення, пристрій для видалення  
35 дефектних матеріалів, який **відрізняється** тим, що пристрій лазерного освітлення додатково містить оптичне волокно, вхід якого через фокусуючу оптику пов'язаний з оптичними виходами одного або декількох лазерів, а вихід оптичного волокна пов'язаний з фокусуючою і циліндричною оптикою пристрою розгортки лазерного пучка.
2. Оптоволоконний лазерний сортувальник за п. 1, який **відрізняється** тим, що містить два і  
40 більше пристроїв зчитування й обробки зображень, орієнтованих як на зчитування відбитого і пройшовшого через матеріал лазерного освітлення, так і на зчитування в різних спектральних діапазонах.
3. Оптоволоконний лазерний сортувальник за п. 1, який **відрізняється** тим, що додатково містить модулятори інтенсивності лазерного освітлення.
- 45 4. Оптоволоконний лазерний сортувальник за п. 1, який **відрізняється** тим, що вхід оптичного волокна пов'язаний з оптичними виходами одного або декількох лазерів через фокусуючу оптику і поворотні призми.

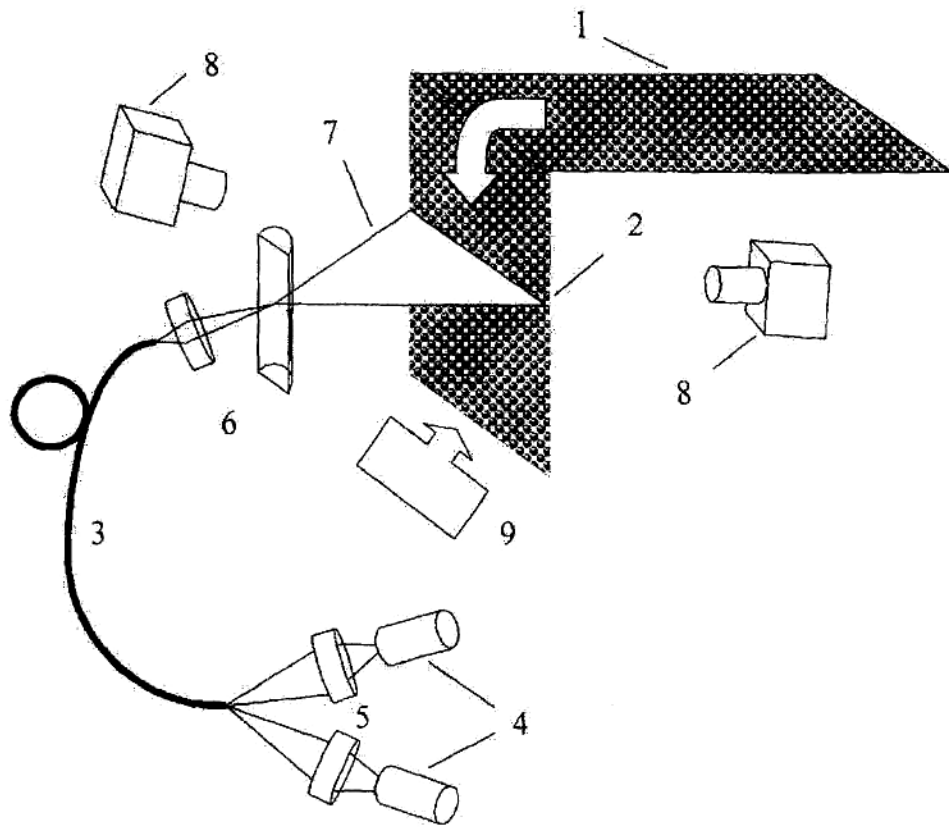
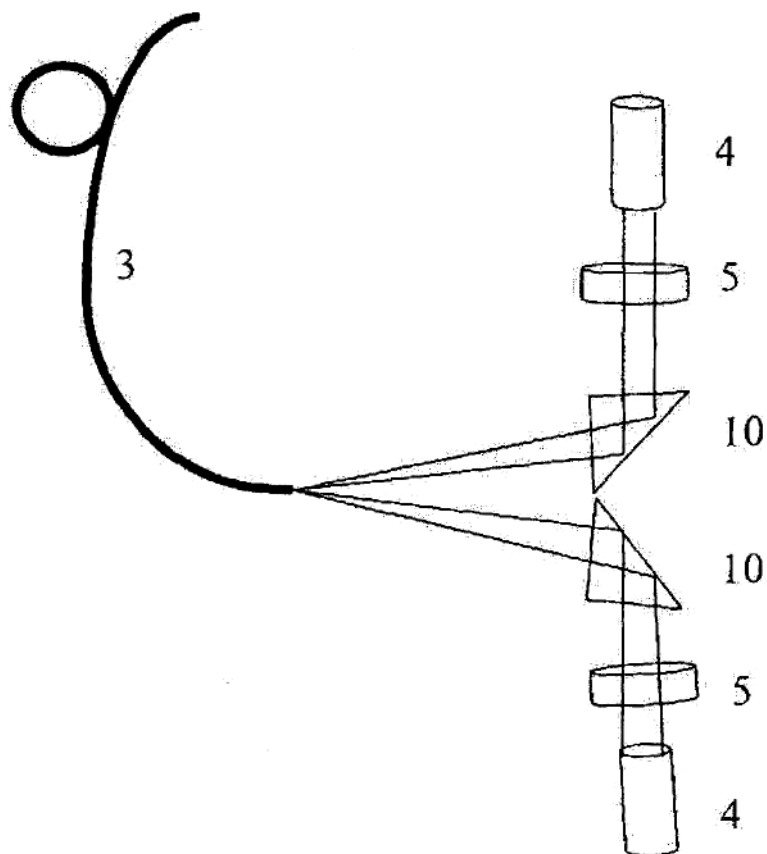


Fig. 1



Фіг. 2

---

Комп'ютерна верстка М. Мацело

---

Державна служба інтелектуальної власності України, вул. Василя Липківського, 45, м. Київ, МСП, 03680, Україна

---

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