



УКРАЇНА

(19) UA (11) 41613 (13) U
(51) МПК (2009)
B23K 26/06

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ
І НАУКИ УКРАЇНИ

ДЕРЖАВНИЙ ДЕПАРТАМЕНТ
ІНТЕЛЕКТУАЛЬНОЇ
ВЛАСНОСТІ

ОПИС ДО ПАТЕНТУ НА КОРИСНУ МОДЕЛЬ

видається під
відповідальність
власника
патенту

(54) ПРИСТРІЙ ДЛЯ ЛАЗЕРНОЇ ОБРОБКИ

1

(21) u200901007

(22) 09.02.2009

(24) 25.05.2009

(46) 25.05.2009, Бюл.№ 10, 2009 р.

(72) КОТЛЯРОВ ВАЛЕРІЙ ПАВЛОВИЧ, UA, АЛІ-
ВЕРДІ МОХАММАД АЛІ(73) НАЦІОНАЛЬНИЙ ТЕХНІЧНИЙ УНІВЕРСИТЕТ
УКРАЇНИ "КИЇВСЬКИЙ ПОЛІТЕХНІЧНИЙ ІНСТИ-
ТУТ", UA

(57) Пристрій для лазерної обробки, що містить лазер, що обробляє, об'єктив з окуляром, джерело видимого світла та оптичну систему для направлення оптичної осі останнього на поверхню заготовки, який відрізняється тим, що як додаткове джерело світла використано лазер з випромінюванням видимого світла малої потужності (напівпровідникового або газового на суміші He та Ne), а як оптичну систему використано систему із двох похилих до оптичної осі дзеркал: перше з яких

2

виконано з функцією часткового відбивання світла, а друге - з функцією повного відбивання світла, при цьому друге дзеркало встановлено за першим з можливістю зміни його нахилу відносно першого дзеркала на кут, який визначається за рівнянням:

$$\varphi = \frac{1}{2} \arctg \frac{a}{\left[(F-b) - \frac{F^2}{\Delta F} \right]},$$

де: a і b - конструктивні елементи пристрою;

F - фокусна відстань об'єктива;

ΔF - відстань між площиною різкого зображення мікроскопа (окуляр та об'єктив) у світлі додаткового лазера та потрібним положенням поверхні заготовки вздовж осі об'єктива, яке визначається з урахуванням усіх відмінностей пучків випромінювання від додаткового та лазера, що обробляє.

Корисна модель відноситься до обробки матеріалів не механічними засобами, зокрема до обладнання для її виконання і може бути використаний для налаштування останнього в лазерних технологічних операціях поверхневої, розмірної та контурної обробки.

Відомі пристрої для лазерної обробки [1, 2, 3], що містять лазер, що обробляє, об'єктив з окуляром, додаткове джерело видимого світла та оптичну систему, яка служить для направлення оптичної осі останнього на поверхню заготовки.

У пристрої [1] відносно положення об'єктива та поверхні, що обробляється, налагоджується в світлі додаткового джерела шляхом суміщення поверхні заготовки із площиною різкого зображення системи із об'єктива та окуляру при візуальному спостереженні. Недоліком цього пристрою є похибка, яка викликається тим, що налагодження оптичної системи виконується у світлі, довжина хвилі якого відрізняється від тієї ж для лазера, що обробляє (хроматична аберация). Для її зменшення необхідні додаткові засоби та дії оператора, що ускладнюють обладнання та процес налагодження.

У відомому пристрої для лазерної обробки [2] використовують додатковий елемент - фільтр випромінювання додаткового джерела, що пропускає світло з довжиною хвилі випромінювання лазера, що обробляє. Це дозволяє підвищити точність відносного позиціонування об'єктива та поверхні заготовки за рахунок виключення хроматичної аберация. Проте, залишаються вади, які пов'язані з різницею в просторових параметрах пучків випромінювання від додаткового джерела та лазера, що обробляє, а також роботоздатність пристрою тільки у видимому діапазоні світла.

Найбільш близьким аналогом обрано пристрій для налаштування фокусуючої системи лазерної установки [3], що містить лазер, що обробляє, об'єктив з окуляром, джерело видимого світла з фільтром для пропуску світла визначеної довжини хвилі, оптичну систему, яка служить для направлення оптичної осі останнього на поверхню, що обробляється, та додаткову лінзу для компенсації зміни показника заломлення об'єктива при проходженні через нього світла з довжиною хвилі, який виділяється фільтром з випромінювання джерела видимого світла, оптична сила якої визначається за приведеним загальновідомим рівнянням.

(19) UA (11) 41613 (13) U

Недоліками найближчого аналогу є: по-перше, можливість позиціонування поверхні заготовки лише у площину різкого зображення мікроскопу (створеного об'єктивом з додатковою лінзою та окуляром); по-друге, залишаються похибки налаштування, пов'язані з різницею в просторових параметрах пучків випромінювання від додаткового джерела та лазера, що обробляє; по-третє, зміна параметрів об'єктиву (наприклад трансфокатору) або використання іншого потребує виготовлення та використання іншої додаткової лінзи; по-четверте, робота оператора ускладнена та подовжена необхідністю установки та вилучення додаткової лінзи. Вищезазначені недоліки знижують якість та продуктивність процесу налагодження лазерної технологічної установки.

Завданням корисної моделі є вдосконалення пристрою для лазерної обробки шляхом застосування в якості додаткового джерела світла лазера малої потужності з випромінюванням видимого світла та його дільника на два променя як оптичної системи, що служить для направлення оптичної вісі лазера на поверхню заготовки. Це дозволяє застосувати інший метод налагодження відносного положення об'єктиву та поверхні заготовки, який відзначається більшою точністю, легкістю та продуктивністю виконання процедури налагодження.

Рішення поставленої задачі досягається тим, що в пристрої для лазерної обробки, який містить лазер, що обробляє, об'єктив з окуляром, джерело видимого світла та оптичну систему для направлення оптичної осі останнього на поверхню заготовки; в якості додаткового джерела світла використано лазер з випромінюванням видимого світла малої потужності (напівпровідникового або газового на суміші He та Ne), а як оптичну систему використано систему із двох похилих до оптичної осі дзеркал: перше з яких виконано з функцією часткового відбивання світла, а друге - з функцією повного відбивання світла, причому друге дзеркало встановлено за першим з можливістю змінення його нахилу відносно першого дзеркала на кут, який визначається за рівнянням:

$$\varphi = \frac{1}{2} \arctg \left[\frac{a}{(F-b) - \frac{F^2}{\Delta F}} \right]$$

де: а і b - конструктивні елементи пристрою;

F - фокусна відстань об'єктиву;

ΔF - відстань між площиною різкого зображення мікроскопу (окуляр та об'єктив) у світлі додаткового лазера та потрібним положенням поверхні заготовки вздовж осі об'єктиву, яке визначається з урахуванням усіх відмінностей пучків випромінювання від додаткового та лазера, що обробляє.

Використання в якості додаткового джерела видимого світла малопотужного лазера, працюючого у видимому світлі та двох дзеркального дільника його променя дає можливість виконувати налагодження положення поверхні заготовки відносно об'єктиву за методом двох зображень. Ці два зображення формуються на поверхні заготовки двома переломленими об'єктивом променями від додаткового лазера у вигляді двох крапок, якщо поверхня заготовки не розташована у фокаль-

ній площині об'єктиву (для паралельного стану поверхонь дзеркал подільника) або на заданій відстані від неї ΔF , для якої визначено за рівнянням (1) кут відносного нахилу дзеркал подільника. При налагодженні відносного положення об'єктиву та поверхні заготовки виконується взаємне їх переміщення до суміщення двох зображень в одне. Таким чином досягається технічний результат: спрощується, уточнюється та прискорюється процедура налаштування оптичної системи.

Суть корисної моделі пояснюється малюнком (фіг.), де зображено схему пристрою. Пристрій для лазерної обробки має лазер, що обробляє, 1, об'єктив 2 та окуляр 3, додаткове джерело видимого світла у вигляді лазера малої потужності 4, оптичну систему для направлення оптичної осі додаткового лазера 5 на поверхню заготовки 6 у вигляді системи із двох похилих до осі дзеркал 7 і 8: перше (7) - напівпрозоре, а друге (8) - з повним відбиттям, які встановлено паралельно одне одному з можливістю змінення нахилу другого дзеркала (8) відносно першого (7). Якщо вісі обох лазерів 1 і 4 паралельні (як на малюнку), то оптична система 7-8 розташовується над об'єктивом 2 таким чином, щоб перше дзеркало 7 знаходилося під кутом 45° до осі 5 та повертало її до суміщення з оптичною віссю 9 лазера 1 після її повороту дзеркалом 10 в сторону заготовки 6. В якості дзеркал 7, 8 та 10 застосовуються інтерференційні елементи, які дозволяють вибірково впливати на пучки випромінювання лазера, що обробляє 1, та додаткового 2, тобто дзеркала 7 та 8 відбивають світло з довжиною хвилі додаткового лазера, а 10 - лазера, що обробляє. Підкладки усіх дзеркал прозорі для видимого спектру світла (скло, кварц, KCl).

Пристрій для лазерної обробки працює наступним чином. Із визначених режимів опромінювання заготовки 6 випромінюванням лазера, що обробляє, 1, вибирають показник положення поверхні заготовки відносно фокальної площини об'єктиву 2 ΔF та за його значенням (з урахуванням знаку) розраховують величину нахилу φ дзеркала 8 відносно паралельного положення з дзеркалом 7 та виконують його налагодження. Розташовують заготовку на столі пристрою (на малюнку немає), включають додатковий лазер 4 та неозброєним оком вивчають положення крапок зустрічі променів, на які дзеркалами 7 та 8 поділено випромінювання лазера 4. Якщо спостерігаються дві крапки (положення поверхні заготовки II або III), то, по-перше, по їх відносному розташуванню визначається фактичне положення заготовки відносно заданого та напрям її переміщення у процесі налагодження. Це визначається по взаємному розташуванню крапок від центрального променя (відбитого дзеркалом 7) та бокового (від дзеркала 8): для положення заготовки II (бокова крапка - справа від центральної) - налагодження на визначене положення заготовки не виконано, треба переміщати поверхню заготовки вниз - до суміщення двох крапок в одну (на малюнку - до положення I). Для положення заготовки III - напрям переміщення - вгору тому, що бокова крапка знаходиться зліва від центральної. Визначене положення поверхні заготовки може знаходитися у фокальній площині

об'єктиву 2 у світлі додаткового лазера (кут $\varphi=0$ для $\Delta F=0$), або у іншому попереку оптичної осі ($\varphi \neq 0$ для $\Delta F \neq 0$). При використанні метода налагодження суміщенням поверхні заготовки із площинною різкою зображення системи із об'єктиву та окуляру при візуальному спостереженні такої визначеності у початку налагодження немає, тому можливі переміщення заготовки у похибковому напрямку з витратами часу та зусиль. До речі, оцінка різкості зображення більш трудоемка і можлива лише при розташуванні поверхні заготовки у фокальній площині системи «окуляр - об'єктив».

Точність позиціонування вище у запропонованого метода тому, що при спостереженні взаємного положення крапок на поверхні заготовки через окуляр 3 та об'єктив 2 можна досягти похибки в їх розташуванні на рівні $0,2d_0$ ($d_0 \approx F\Theta$), тобто для $F=20$ мм і $\Theta=0,001$ рад та $b=15$ мм похибка величини ΔF буде дорівнювати:

$$\Delta(\Delta F) = \frac{(0,2F\Theta)F}{b} = 0,005 \text{ мм,}$$

що набагато менше глибини різкості системи «окуляр-об'єктив», якщо не враховувати хроматичної аберації, для усунення якої необхідні додаткові дії. Крім того, в цьому пристрої можливо виконувати налагодження любого відносного положення об'єктиву та поверхні заготовки при установці дзеркала 8 на кут, який розраховано за рівнянням (1). Чим точніше буде визначено необхідне значення величини ΔF , тобто більше різниць між променями додаткового та лазера, що обробляє, буде враховано, тим менше очікується похибка позиціонування.

Таким чином досягається підвищення якості, продуктивності процесу налагодження та полегшується його виконання.

Джерела інформації:

1. Laser processing head BAK 4. Catalogue Lasag - the company brochure. 2008, - p.4. (www/lasers@lasag.ch).

2. Заявка Японии N 59 - 191581, кл. В 23К 26/00, оп. 1984.

3. Патент RU 2047447 C1 B23K26/06: оп. 1995.11.10.

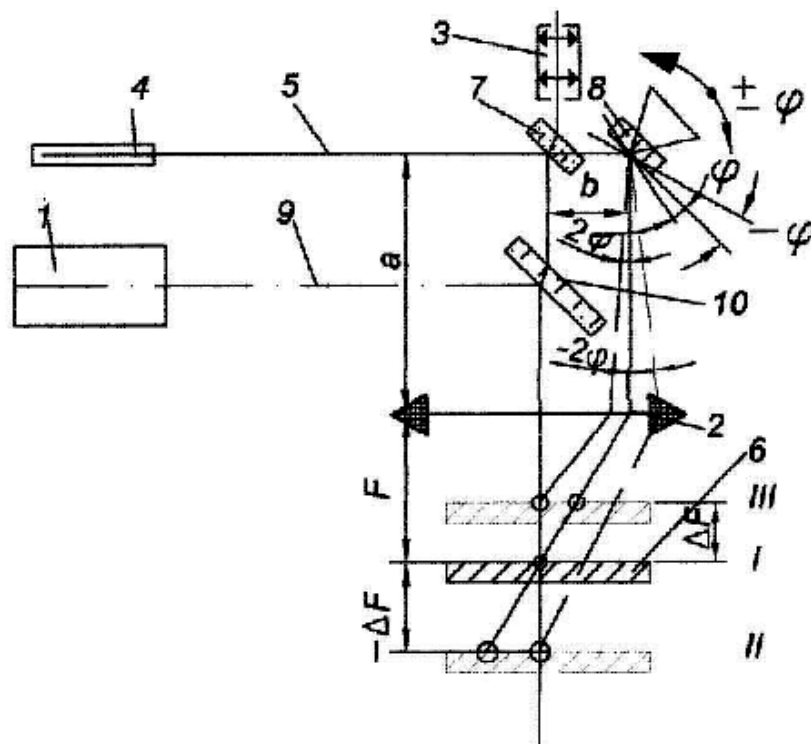


Fig.