



РОССИЙСКОЕ АГЕНТСТВО
ПО ПАТЕНТАМ И ТОВАРНЫМ ЗНАКАМ

(12) ОПИСАНИЕ ИЗОБРЕТЕНИЯ К ПАТЕНТУ

(21), (22) Заявка: 4884890/08, 26.11.1990

(46) Опубликовано: 27.10.1996

(56) Список документов, цитированных в отчете о поиске: Кокора А.Н., Корнеев Е.А., Манзон Б.М., Орехов М.В. Применение конической линзы для получения отверстий большого диаметра с помощью луча лазера. Физика и химия обработки материалов.- 1979, N 4, с.145 - 147.

(71) Заявитель(и):

Гомельский государственный университет
им.Франциска Скорины

(72) Автор(ы):

Малашенко Алексей Терентьевич[BY],
Мышковец Виктор Николаевич[BY],
Покаташкин Геннадий Леонидович[BY],
Максименко Александр Васильевич[BY]

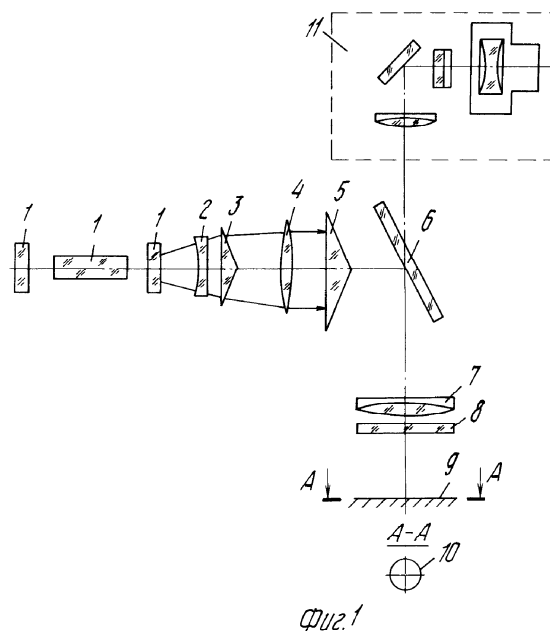
(73) Патентообладатель(ли):

Гомельский государственный университет
им.Франциска Скорины

(54) УСТАНОВКА ДЛЯ ЛАЗЕРНОЙ ОБРАБОТКИ КОЛЬЦЕВЫМ ПУЧКОМ

(57) Реферат:

Использование: для сварки изделий электронной техники, термоупрочнения технологического инструмента, пробивки отверстий. Сущность изобретения: установка содержит лазер, телескопическую систему с отрицательной и положительной линзами, первую и вторую конические линзы, поворотное интерференционное зеркало, оптическую фокусирующую систему, защитную пластину и осевую систему визуального наблюдения. Размещение конической линзы за зоной перетяжки на расстоянии от телескопической системы при заданной зависимости между углами при основании первой и второй конических линз обеспечивает возможность плавного изменения диаметров контуров обработки в более широком диапазоне при перемещении первой конической линзы вдоль оптической оси. 3 ил.





RUSSIAN AGENCY
FOR PATENTS AND TRADEMARKS

(12) **ABSTRACT OF INVENTION**

(21), (22) Application: **4884890/08, 26.11.1990**

(46) Date of publication: **27.10.1996**

(71) Applicant(s):
**Gomel'skij gosudarstvennyj universitet
im.Frantsiska Skoriny**

(72) Inventor(s):
**Malashchenko Aleksej Terent'evich[BY],
Myshkovets Viktor Nikolaevich[BY],
Pokatashkin Gennadij Leonidovich[BY],
Maksimenko Aleksandr Vasil'evich[BY]**

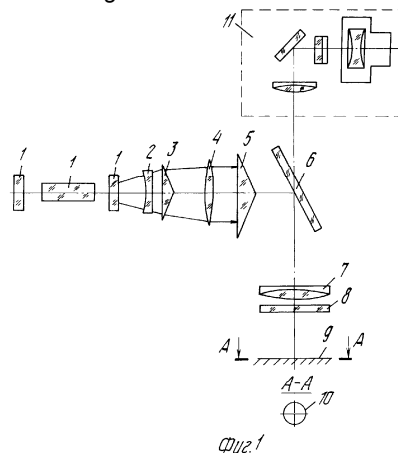
(73) Proprietor(s):
**Gomel'skij gosudarstvennyj universitet
im.Frantsiska Skoriny**

(54) **ANNULAR BEAM LASER TREATMENT APPARATUS**

(57) Abstract:

FIELD: welding of electronic equipment products, thermal strengthening of processing tools, punching of openings. SUBSTANCE: apparatus has laser device, telescopic system with negative and positive lenses, rotary interference mirror, optical focusing system, protective plate and visual observation axial system. Conical lens is positioned behind constriction zone in spaced relation with respect to telescopic system. Conical surfaces of bases of first and second lenses are positioned at angles selected in predetermined ratio. It allows continuously variable changing of diameters of working contours to be provided during displacement of first conical lens along optical axis. EFFECT: increased efficiency and wider operational

capabilities. 3 dwg



Изобретение относится к оборудованию для лазерной обработки материалов, может быть использовано в электронной, радиотехнической, приборостроительной, других отраслях народного хозяйства, в частности для сварки изделий электронной техники, термоупрочнения технологического инструмента, пробивки отверстий.

Наиболее близкой к заявляемой является установка для лазерной обработки кольцевым пучком, содержащая последовательно установленные лазер, коническую линзу и оптическую фокусирующую систему (А.Н. Кокора, Е.А. Корнеев, Б.М. Манзон, М. В. Орехов. Применение конической линзы для получения отверстий большого диаметра с помощью луча лазера. Физика и химия обработки материалов, 1979, N 4, с. 145-147).

В известной установке лазер генерирует цилиндрический пучок, который с помощью конической линзы преобразуется в пучок кольцевого сечения, фокусируемый на обрабатываемую поверхность с помощью оптической фокусирующей системы, причем в качестве последней используют объектив с переменным фокусным расстоянием. При этом диаметр контура обработки определяется углом при основании конической линзы и фокусным расстоянием фокусирующей линзы, что ограничивает технологические возможности и область применения известной установки, поскольку возможности плавной перестройки диаметров кольцевых контуров определяются при заданных параметрах лазерного пучка и конической линзы возможностью изменения фокусного расстояния фокусирующей системы, а для расширения диапазона требуется замена конической линзы на другую при последующей юстировке системы. Кроме того, при изменении фокусного расстояния изменяется ширина контура обработки, а вместе с ней и плотность энергии по контуру, что также препятствует улучшению технологических возможностей известной установки. Последние не улучшаются и из-за уменьшения длины рабочего отрезка, необходимой для уменьшения диаметра кольцевого контура обработки. Уменьшение расстояния до оптической фокусирующей системы может привести к загрязнению или повреждению ее продуктами испарения обрабатываемого материала, что снижает надежность установки. Отсутствие возможности наблюдения за ходом обработки также ограничивает технологические возможности известной установки.

Заявляемое техническое решение обеспечивает возможность обработки кольцевым пучком без переналадки и дополнительной юстировки установки. Основной технический результат, достигаемый при этом, заключается в расширении технологических возможностей путем увеличения диапазона плавного изменения диаметров кольцевых контуров при сохранении и увеличении максимальной длины рабочего отрезка. Технический результат заключается также в повышении надежности рабочей установки при обработке контуров малых диаметров, поскольку при этом сохраняется, увеличивается по сравнению с известной длина рабочего отрезка.

Решение поставленной задачи и обеспечение вышеуказанного технического результата обеспечивается тем, что в установку для лазерной обработки кольцевым пучком, содержащую лазер, коническую линзу и оптическую фокусирующую систему, дополнительно введена телескопическая система, состоящая из последовательно установленных по ходу луча лазера на его главной оптической оси отрицательной и положительной линз и второй конической линзы, расположенной от телескопической системы на расстоянии:

$$l \geq \frac{r |\Gamma_r| - \theta_3 (n-1) d_{2\max}}{\operatorname{tg} \theta_3 (n-1) (1 - d_{2\max} \Phi_4)}$$

при этом первая коническая линза установлена в телескопической системе между отрицательной и положительной линзами с возможностью перемещения вдоль оптической оси установки, а углы при основании первой и второй конических линз связаны между собой зависимостью:

$$\theta_5 = \theta_3 (1 - d_{2\max} \Phi_4)$$

где θ_3 угол при основании первой конической линзы, установленной в телескопической системе;

θ_5 угол при основании второй конической линзы;

$d_{2\max}$ максимальное расстояние между первой конической линзой и положительной линзой телескопической системы;

Φ_4 оптическая сила положительной линзы телескопической системы;

Γ_T увеличение телескопической системы;

5 n показатель преломления материала, из которого изготовлены конические линзы;
 r радиус лазерного пучка.

На фиг.1 представлена оптическая схема установки для лазерной обработки кольцевым пучком; на фиг.2 схема положения первой конической линзы в телескопической системе для получения максимального диаметра кольцевого контура; на фиг.3 то же, для

10 получения минимального диаметра кольцевого контура.

Установка содержит лазер 1, последовательно установленные на главной оптической оси лазера 1 по ходу его луча отрицательную линзу 2, первую коническую линзу 3, положительную линзу 4, вторую коническую линзу 5, интерференционное поворотное зеркало 6, оптическую фокусирующую систему 7, защитную плоскопараллельную
 15 стеклянную пластину 8. При этом отрицательная 2 и положительная 4 линзы образуют телескопическую систему Галлилея, первая коническая линза 3 установлена с возможностью перемещения вдоль оптической оси установки в телескопической системе между линзами 2, 4, а вторая коническая линза установлена неподвижно за зоной перетяжки телескопической системы. Позицией 9 обозначено обрабатываемое изделие, а
 20 позицией 10 кольцевой контур обработки на поверхности изделия 9. Кроме того, установка содержит систему визуального наблюдения 11, например бинокулярную, оптически связанную через поворотное зеркало 6 с оптической фокусирующей системой 7.

Установка работает следующим образом.

Лазер 1 генерирует цилиндрической формы пучок со сплошным круговым сечением,
 25 который, пройдя через отрицательную линзу 2, первую коническую линзу 3 и положительную линзу 4, перераспределяется в кольцевой пучок за счет преломления на конической поверхности линзы 3. Затем этот пучок направляется на вторую коническую линзу 5, у которой угол при основании выбран таким образом, чтобы после преломления на второй конической линзе 5 он распространялся параллельно оптической оси системы
 30 при угле падения излучения на вторую коническую линзу 5, соответствующем максимальному расстоянию между положительной линзой 4 телескопической системы и первой конической линзой 3. Угол падения α_5 на вторую коническую линзу 5 для параллельного лазерного пучка определяется выражением:

$$\alpha_5 = \theta_3(n-1)(1-d_2\Phi_4),$$

35 где θ_3 угол при основании конической линзы 3;

d_2 расстояние между конической линзой 3 и положительной линзой 4 телескопической системы;

Φ_4 оптическая сила линзы 4;

n показатель преломления материала, из которого изготовлены конические линзы,

40 а высота падения луча h_5 на нее:

$$h_5 = n_1 |\Gamma_T| - \theta_3(n-1)d_2,$$

где Γ_T увеличение телескопической системы;

h_1 высота падения луча на отрицательную линзу 2 телескопической системы.

45 Соотношения (1), (2) получены последовательным применением к каждому оптическому элементу формул:

$$\alpha_{k+1} = \alpha_k + h_k \Phi_k$$

$$h_{k+1} = h_k - \alpha_{k+1} d_k$$

где α угол падения луча на элемент;

50 h высота падения луча на элемент;

F оптическая сила элемента;

d расстояние между элементами;

k номер элемента, и учетом того, что угол отклонения пучка от первоначального

направления распространения конической линзы d и угол при ее основании φ связаны соотношением:

$$d = \theta(n-1)$$

Полагая в (1) $d_2 = d_{2\max}$ и приравнявая его (4), получим угол θ_5 при основании конической линзы 5:

$$\theta_5 = \theta_3(1 - d_{2\max}\Phi_4)$$

Коническая линза 5 установлена за зоной перетяжки системы 2-4 на расстоянии l , полученном из (1) и (2) для $h_1 = h_{1\max} = r$, где r радиус лазерного пучка и $d_2 = d_{2\max}$:

$$l \geq \frac{r \left[\Gamma - \theta_3(n-1)d_{2\max} \right]}{\tan \theta_3(n-1)(1 - d_{2\max}\Phi_4)}$$

Далее поворотным зеркалом 6 пучок направляется на фокусирующую систему 7, после чего фокусируется на обрабатываемом изделии 9 в виде кольцевого контура 10.

Плоскопараллельная стеклянная пластина 8 служит для защиты фокусирующей системы 7 от продуктов испарения в зоне обработки материала. Контроль за процессом обработки в заданных координатах осуществляется с помощью системы визуального наблюдения 11.

Проанализируем невыполнение соотношений (5), (6).

1. Угол θ_5 меньше рассчитанного по (5). При $0 < \theta_5 < \theta_{5\text{ расч.}}$ не обеспечивается получения минимального диаметра кольцевого контура по предлагаемой схеме.

2. Угол θ_5 больше рассчитанного по (5) не обеспечивается получения максимального диаметра кольцевого контура по предлагаемой схеме.

3. Коническая линза 5 установлена на расстоянии l , не удовлетворяющем (6). В данном случае невозможно в фокальной плоскости фокусирующей системы 7 получить кольцевой контур.

Плавное изменение диаметров кольцевых контуров осуществляется за счет перемещения конической линзы 3 вдоль оси оптической системы относительно одного из компонентов телескопической системы и поясняется на фиг.2 и 3. Причем диаметр кольца в плоскости обработки определяется выражением:

$$D \approx 2f_{06}\theta_3(n-1)(1 - d_2\Phi_3),$$

f_{06} фокусное расстояние объектива 7, а величина d_2 изменяется в следующих пределах: $d_{2\min} \leq d_2 \leq d_{2\max}$ (8).

Величины $d_{2\min}$ и $d_{2\max}$ зависят от конструктивного исполнения телескопической системы. При этом длина рабочего отрезка определяется фокусным расстоянием фокусирующей системы 7, которое может быть установлено максимальным и не изменяется при перемещении конической линзы 3. Благодаря системе 11 можно в процессе обработки изменять диаметр контура 10 перемещением линзы 3, что повышает производительность и качество обработки.

Пример конкретного выполнения устройства.

Для телескопической системы Галлилея ($d_{2\min} = 5$ мм, $d_{2\max} = 70$ мм) с фокусным расстоянием для отрицательной и положительной линз 2,4-25 мм и 100 мм, соответственно, и конической линзы 3 с углом при основании 9° , коническая линза 5 выполняется с углом при основании $2,7^\circ$ и устанавливается на расстоянии 200 мм от последнего элемента телескопической системы. При фокусном расстоянии объектива 7, равном 100 мм, диапазон перестройки диаметров кольцевых контуров 0-10,4 мм. Под нулем здесь понимается случай, когда кольцевой контур вырождается в пятно.

Формула изобретения

Установка для лазерной обработки кольцевым пучком, содержащая лазер, коническую линзу и оптическую фокусирующую систему, отличающаяся тем, что она снабжена установленными на главной оптической оси лазера телескопической системой из последовательно расположенных по ходу луча лазера отрицательной и положительной линз и второй конической линзой, расположенной от телескопической системы на расстоянии

$$1 \geq \frac{r |\Gamma_T| - \theta_3 (n-1) d_{2\max}}{\operatorname{tg} \theta_3 (n-1) (1 - d_{2\max} \Phi_4) l},$$

причем углы при основании конических линз связаны между собой зависимостью

$$\theta_5 = \theta_3 (1 - d_{2\max} \Phi_4),$$

где θ_3 угол при основании первой конической линзы, установленной в телескопической системе;

θ_5 угол при основании второй конической линзы;

$d_{2\max}$ максимальное расстояние между первой конической линзой и положительной линзой телескопической системы;

Φ_4 оптическая сила положительной линзы телескопической системы;

Γ_T увеличение телескопической системы;

n показатель преломления материала, из которого изготовлены конические линзы;

r радиус лазерного пучка.

