

ОПИСАНИЕ ПОЛЕЗНОЙ МОДЕЛИ К ПАТЕНТУ

(12)

РЕСПУБЛИКА БЕЛАРУСЬ



НАЦИОНАЛЬНЫЙ ЦЕНТР
ИНТЕЛЛЕКТУАЛЬНОЙ
СОБСТВЕННОСТИ

(19) ВУ (11) 13419

(13) U

(46) 2024.03.20

(51) МПК

C 03B 33/00 (2006.01)

(54)

УСТАНОВКА ДЛЯ ЛАЗЕРНОЙ РЕЗКИ ХРУПКИХ НЕМЕТАЛЛИЧЕСКИХ МАТЕРИАЛОВ

(21) Номер заявки: u 20230178

(22) 2023.09.04

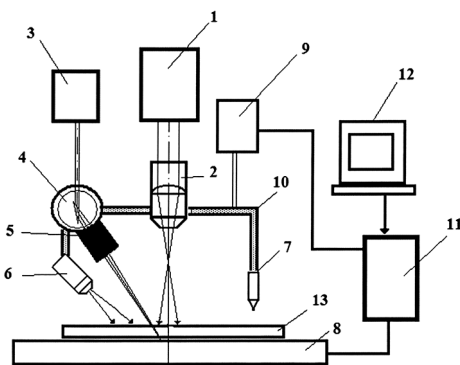
(71) Заявитель: Учреждение образования
"Гомельский государственный уни-
верситет имени Франциска Скори-
ны" (ВУ)

(72) Автор: Никитюк Юрий Валерьевич
(ВУ)

(73) Патентообладатель: Учреждение обра-
зования "Гомельский государственный
университет имени Франциска Скори-
ны" (ВУ)

(57)

Установка для лазерной резки хрупких неметаллических материалов, содержащая установленные последовательно лазеры, один из которых имеет длину волны, соответствующую интенсивному поверхностному поглощению обрабатываемым материалом, другой - соответствующую интенсивному объемному поглощению, механизм вертикального перемещения, на каретке которого установлены фокусирующие объективы каждого лазера, механизм нанесения дефекта, устройство подачи хладагента, координатный стол и блок управления установкой, связанный с компьютером, отличающаяся тем, что дополнительно содержит размещенную в соответствующем фокусирующем объективе систему для фокусирования лазерного излучения с длиной волны, соответствующей объемному поглощению обрабатываемым материалом в несколько фокусов на оптической оси.



(56)

1. RU 2024441 C1, 1994.

2. ВУ 1979 U, 2005 (прототип).

Полезная модель относится к оборудованию для лазерной резки хрупких неметаллических материалов методом лазерного термораскалывания и может быть использована в электронной, стекольной и авиационной промышленности для прецизионного разделения

ВУ 13419 U 2024.03.20

таких хрупких неметаллических материалов, как стекло, керамика, кварц, сапфир, кремний и другие материалы.

Известна установка для лазерной резки хрупких неметаллических материалов, содержащая лазер с длиной волны, соответствующей интенсивному поглощению поверхностными слоями обрабатываемого материала, объектив, координатный стол, устройство подачи хладагента и механизм нанесения дефекта, представляющий собой алмазную пирамиду [1].

Известная установка обеспечивает возможность разделения хрупких неметаллических материалов методом лазерного термораскалывания. Однако применение известной установки обеспечивает хорошие результаты лишь при резке тонких изделий.

В случае резки толстых изделий использование известной установки становится нецелесообразным из-за невозможности одновременного поддержания оптимальных значений плотности мощности лазерного излучения на поверхности и в объеме обрабатываемого материала. Причиной этого является использование в известной установке только лазерного пучка с длиной волны, соответствующей интенсивному поглощению поверхностными слоями обрабатываемого материала, что делает невозможным выполнение качественной резки таких изделий.

Наиболее близкой по технической сущности и достигаемому результату к заявляемой полезной модели является установка для лазерной резки хрупкого неметаллического материала, содержащая лазеры, один из которых имеет длину волны, соответствующую интенсивному поверхностному поглощению обрабатываемым материалом, другой - соответствующую объемному поглощению, механизм вертикального перемещения, на каретке которого установлены объективы каждого лазера, механизм нанесения дефекта, устройство подачи хладагента, координатный стол и блок управления установкой, связанный с компьютером [2].

Известная установка за счет одновременного использования лазеров с различными длинами волн обеспечивает возможность получения более глубоких микротрещин по сравнению с однолучевой обработкой, что, в свою очередь, позволяет использовать известную установку для обработки более толстых образцов.

Недостатком известной установки является то, что при резке изделий с большой высотой торцевой поверхности использование известной установки становится нецелесообразным из-за низкого качества резки.

Использование известной установки невозможно для качественного разделения изделий с большой высотой торцевой поверхности из-за неравномерного распределения по глубине материала энергии лазерного излучения с длиной волны, соответствующей объемному поглощению. В результате этого практически невозможно качественное нанесение лазерно-индуцированных трещин.

Техническая задача, решаемая заявляемой полезной моделью, - создание установки, обеспечивающей повышение качества резки хрупких неметаллических материалов при разделении изделий с большой высотой торцевой поверхности.

Технический результат, достигаемый заявляемой полезной моделью, заключается в формировании в изделиях с большой высотой торцевой поверхности глубоких лазерно-индуцированных дефектов, обеспечивающих устранение отклонения разделяющих трещин от контуров обработки.

Достижение указанного технического результата обеспечивается тем, что установка для лазерной резки хрупких неметаллических материалов, содержащая установленные последовательно лазеры, один из которых имеет длину волны, соответствующую интенсивному поверхностному поглощению обрабатываемым материалом, другой - соответствующую интенсивному объемному поглощению, механизм вертикального перемещения, на каретке которого установлены фокусирующие объективы каждого лазера, механизм нанесения дефекта, устройство подачи хладагента, координатный стол и блок

управления установкой, связанный с компьютером, согласно полезной модели, дополнительно содержит размещенную в соответствующем фокусирующем объективе систему для фокусирования лазерного излучения с длиной волны, соответствующей объемному поглощению обрабатываемым материалом в несколько фокусов на оптической оси.

В отличие от прототипа введение системы для фокусирования лазерного излучения с длиной волны, соответствующей объемному поглощению обрабатываемым материалом в несколько фокусов на оптической оси, обеспечивает поддержание оптимальных значений плотности мощности лазерного излучения в объеме обрабатываемого материала, что, в свою очередь, обеспечивает формирование на контурах обработки глубоких лазерно-индуцированных трещин, параметры которых обеспечивают устранение отклонения разделяющих трещин от заданных контуров обработки при обработке изделий с большой высотой торцевой поверхности.

Проведенный заявителем анализ уровня техники позволил установить, что аналоги, характеризующиеся совокупностями признаков, тождественными всем признакам заявляемой установки для лазерной резки хрупких неметаллических материалов, отсутствуют.

Следовательно, заявляемая полезная модель соответствует условию патентоспособности "новизна".

Изложенная сущность заявляемой полезной модели поясняется фигурой, на которой схематично представлена установка для лазерной резки хрупких неметаллических материалов, вид сбоку.

Установка для лазерной резки хрупких неметаллических материалов состоит из лазера 1 и его фокусирующего объектива 2, лазера 3 с фокусирующим объективом 4, в котором размещена система 5 для фокусирования лазерного излучения с длиной волны, соответствующей объемному поглощению обрабатываемым материалом в несколько фокусов на оптической оси, устройства 6 подачи хладагента, механизма 7 нанесения дефекта, координатного стола 8, механизма 9 вертикального перемещения с кареткой 10. Фокусирующие объективы 2, 4, устройство 6 подачи хладагента, механизм 7 нанесения дефекта размещены на каретке 10. При этом фокусирующий объектив 2 жестко закреплен на каретке 10, а фокусирующий объектив 4 закреплен с возможностью поворота.

Кроме того, установка содержит блок 11 управления координатным столом 8 и механизмом 9 вертикального перемещения. Работа блока 11 координируется при помощи технологической программы, вводимой в компьютер 12. Позицией 13 отмечено обрабатываемое изделие.

Лазер 1 имеет длину волны излучения, соответствующую интенсивному поверхностному поглощению обрабатываемым материалом. Лазер 3 имеет длину волны излучения, соответствующую интенсивному объемному поглощению обрабатываемым материалом. Так, например, в случае обработки силикатных стекол целесообразно использовать в качестве лазера 1 СО₂-лазер, имеющий длину волны излучения $\lambda = 10,6$ мкм, а в качестве лазера 3 СО-лазер, имеющий длину волны излучения $\lambda = 5,5$ мкм. В некоторых случаях возможно использование в качестве лазера 3 YAG-лазера с длиной волны $\lambda = 1,06$ мкм (например, при обработке толстых неоптических силикатных стекол, для которых на этой длине волны наблюдаются заметные потери энергии).

В качестве системы 5 для фокусирования лазерного излучения с длиной волны, соответствующей объемному поглощению обрабатываемым материалом в несколько фокусов на оптической оси, может быть использована система коаксиальных линз с различным фокусным расстоянием или дифракционная мультифокальная линза.

Для регулирования подачи излучения от лазеров используют заслонки (на фигуре не показаны), предназначенные для отвода излучения из зоны обработки во время проведения операции установки обрабатываемого изделия 13 на координатном столе 8, фокусировки лазерного излучения и настройки систем подачи хладагента.

Координатный стол 8 предназначен для относительного перемещения лазерных пучков и обрабатываемого изделия 13 в горизонтальной плоскости.

Устройство 6 подачи хладагента предназначено для подачи под давлением в зону обработки дисперсной воздушно-водяной смеси.

Механизм 7 нанесения дефекта предназначен для нанесения локальной иницирующей трещины на предполагаемой линии термораскалывания обрабатываемого изделия 13 и может быть выполнен в виде твердосплавного резца или алмазного наконечника, установленного над координатным столом 8.

Механизм 9 вертикального перемещения может быть выполнен в виде шагового двигателя, связанного с кареткой 10, установленной на направляющей или иным образом.

Установка для лазерной резки хрупких неметаллических материалов работает следующим образом. Компьютер 12 в соответствии с заданной технологической программой координирует работу блока 11 и задает перемещение координатного стола 8 в горизонтальной плоскости с необходимой скоростью по требуемым координатам. Обрабатываемое изделие 13 из хрупкого неметаллического материала устанавливается на координатный стол 8.

При помощи механизма 7 нанесения дефекта в начале контура обработки создается дефект.

После этого координатный стол 8 совмещает дефект с начальным положением лазерных пучков лазеров 1 и 3. Затем подают на обрабатываемое изделие 13 лазерное излучение двух длин волн. При этом фокусирующий объектив 2 фокусирует на надрезу излучение лазера 1 в пятно круглого или эллиптического сечения. Фокусирующий объектив 4 при помощи системы 5 фокусирует излучение лазера 3 в несколько фокусов на оптической оси в объеме обрабатываемого изделия 13. Координатный стол 8 перемещает обрабатываемое изделие 13 вдоль контура обработки, при этом одновременно устройство 6 подачи хладагента подает под давлением дисперсную воздушно-водяную смесь в зону, предварительно нагретую лазерным излучением. В месте подачи хладагента инициируется разделяющая трещина, которая, зародившись от нанесенного дефекта, развивается в зоне растягивающих напряжений, сформированных хладагентом. Далее начальная микротрещина распространяется до зоны сжимающих напряжений, сформированных лазерным излучением, которое формирует в обрабатываемом материале два тепловых источника: поверхностный, созданный лазером 1, и объемный, созданный лазером 3 при помощи системы 5 для фокусирования лазерного излучения с длиной волны, соответствующей объемному поглощению обрабатываемым материалом в несколько фокусов на оптической оси.

В результате их совместного с хладагентом воздействия в материале происходит развитие разделяющей микротрещины, распространение которой в поверхностных слоях определяется воздействием хладагента и излучения лазера 1 с длиной волны, соответствующей интенсивному поглощению материалом, а глубинное развитие трещины контролируется излучением лазера 3 с длиной волны, соответствующей интенсивному объемному поглощению. При этом использование системы 5 для фокусирования лазерного излучения с длиной волны, соответствующей объемному поглощению обрабатываемым материалом в несколько фокусов на оптической оси, обеспечивает поддержание оптимальных значений плотности мощности лазерного излучения в объеме обрабатываемого материала, что, в свою очередь, обеспечивает формирование на контурах обработки глубоких лазерно-индуцированных трещин, параметры которых обеспечивают устранение отклонения разделяющих трещин от заданных контуров обработки при обработке изделий с большой высотой торцевой поверхности.

Если обрабатываемое изделие 13 имеет сложную пространственную форму, компьютер 12 через блок 11 задает траекторию перемещения каретки 10 (а значит, и зон нагрева и охлаждения) в вертикальной плоскости в соответствии с заданным месторасположением

ВУ 13419 U 2024.03.20

точек траектории на поверхности обрабатываемого изделия 13, регулируя работу механизма 9 вертикального перемещения. При этом при перемещении фокусирующих объективов 2 и 4 в вертикальном направлении сохраняются оптимальные значения плотности мощности излучения на поверхности обрабатываемого изделия 13 и в его внутренних слоях вдоль пространственной траектории термораскалывания.

После завершения процесса обработки изделия 13 прекращается подача лазерного излучения и хладагента в зону обработки. При этом компьютер 12 при помощи блока 11 выводит координатный стол 8 и механизм 9 вертикального перемещения в исходное положение.

Использование заявляемой установки для лазерной резки хрупких неметаллических материалов обеспечивает повышение качества резки хрупких неметаллических материалов при разделении изделий с большой высотой торцевой поверхности.

Заявляемое техническое решение пригодно к осуществлению промышленным способом с использованием существующей технологии производства и соответствует условию патентоспособности "промышленная применимость".