

ОПИСАНИЕ ПОЛЕЗНОЙ МОДЕЛИ К ПАТЕНТУ

(12)

РЕСПУБЛИКА БЕЛАРУСЬ



НАЦИОНАЛЬНЫЙ ЦЕНТР
ИНТЕЛЛЕКТУАЛЬНОЙ
СОБСТВЕННОСТИ

(19) ВУ (11) 13434

(13) U

(46) 2024.04.05

(51) МПК

C 03B 33/00 (2006.01)

(54)

УСТАНОВКА ДЛЯ ЛАЗЕРНОЙ РЕЗКИ ХРУПКИХ НЕМЕТАЛЛИЧЕСКИХ МАТЕРИАЛОВ

(21) Номер заявки: u 20230224

(22) 2023.10.26

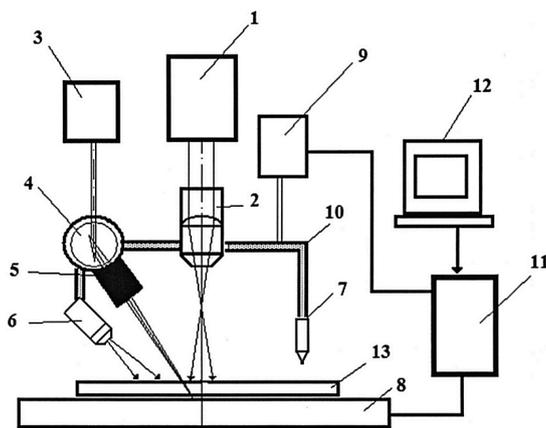
(71) Заявитель: Учреждение образования
"Гомельский государственный уни-
верситет имени Франциска Скори-
ны" (ВУ)

(72) Авторы: Никитюк Юрий Валерьевич;
Прохоренко Владислав Александров-
вич; Серета Андрей Александрович
(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 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 устройство контроля расстояния между кареткой и поверхностью обрабатываемой детали, связанное через компьютер с блоком управления установкой.



(56)

1. RU 2024441 C1, 1994.

2. ВУ 1979 U, 2004 (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 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 изделий плоскопараллельной формы, геометрические параметры которых предварительно определены и не отличаются для всей группы обрабатываемых изделий.

В случае резки изделий трехмерной формы использование известной установки становится нецелесообразным из-за невозможности поддержания оптимальных значений плотности мощности лазерного излучения на поверхности обрабатываемого материала. Это обусловлено дефокусировкой лазерного пучка, что делает невозможным выполнение качественной резки.

Также применение известной установки становится нецелесообразным при резке пластин в случае их деформирования под действием внутренних напряжений или в случае их деформирования при фиксировании на рабочем столе, а также при резке изделий, геометрические параметры которых имеют отличия от заданных значений. Это также обусловлено дефокусировкой лазерного пучка.

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 использования механизма вертикального перемещения, на каретке которого установлены объективы лазеров и устройство подачи хладагента в случае резки изделий трехмерной формы, геометрические параметры которых предварительно заданы и остаются неизменными для всей группы обрабатываемых изделий, обеспечивает возможность качественной резки.

Недостатком известной установки является то, что при резке изделий, деформируемых под действием внутренних напряжений и деформируемых при фиксировании на рабочем столе, а также при резке изделий, геометрические параметры которых имеют отличия от заданных значений, использование известной установки становится нецелесообразным из-за невозможности поддержания оптимальных значений плотности мощности лазерного излучения на поверхности и в объеме обрабатываемого материала. Это обусловлено дефокусировкой лазерных пучков. В результате этого практически невозможно качественное нанесение лазерно-индуцированных трещин.

Техническая задача, решаемая заявляемой полезной моделью, - создание установки, обеспечивающей прецизионное разделение изделий из хрупких неметаллических материалов.

Технический результат, достигаемый заявляемой полезной моделью, заключается в обеспечении возможности разделения изделий из хрупких неметаллических материалов с произвольной геометрической формой за счет обеспечения стабильного расположения

фокусирующих объективов относительно точек контура резки, расположенных на поверхности обрабатываемой детали.

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 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 устройство контроля расстояния между кареткой и поверхностью обрабатываемой детали, связанное через компьютер с блоком управления установкой.

В отличие от прототипа введение устройства контроля расстояния между кареткой и поверхностью обрабатываемой детали обеспечивает в автоматическом режиме стабильное расположение фокусирующих объективов относительно точек контура резки, расположенных на поверхности обрабатываемой детали, что, в свою очередь, обеспечивает прецизионное разделение изделий из хрупких неметаллических материалов.

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 и его фокусирующего объектива 4, устройства 5 подачи хладагента, механизма 6 нанесения дефекта, устройства 7 контроля расстояния между кареткой и поверхностью обрабатываемой детали, координатного стола 8, механизма 9 вертикального перемещения с кареткой 10. Фокусирующие объективы 2, 4, устройство 5 подачи хладагента, механизм 6 нанесения дефекта, устройство 7 контроля расстояния между кареткой и поверхностью обрабатываемой детали 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 объемному поглощению. Так, например, в случае обработки силикатных стекол целесообразно использовать в качестве лазера 1 CO₂-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, или в случае резки двухслойных структур из монокристаллического кремния и стекла, используемых при изготовлении полупроводниковых микроэлектромеханических устройств).

В качестве устройства 7 контроля расстояния между кареткой и поверхностью обрабатываемой детали может быть использовано устройство, использующее в своей работе

ВУ 13434 U 2024.04.05

датчик Холла. Также устройство 7 контроля расстояния между кареткой и поверхностью обрабатываемой детали может быть реализовано в виде системы с использованием лазерного дальномера.

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

Механизм 6 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 6 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 надрезе излучение лазера 1 в пятно круглого или эллиптического сечения. Фокусирующий объектив 4 при помощи устройства 5 подачи хладагента фокусирует излучение лазера 3 в объеме обрабатываемого изделия 13. Координатный стол 8 перемещает обрабатываемое изделие 13 вдоль контура обработки, при этом одновременно устройство 5 подачи хладагента подает под давлением дисперсную воздушно-водяную смесь в зону, предварительно нагретую лазерным излучением. В месте подачи хладагента иницируется 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.

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 поверхностному поглощению обрабатываемым материалом, а глубинное развитие трещины контролируется излучением лазера 3 с длиной волны, соответствующей объемному поглощению.

Если обрабатываемое изделие 13 имеет сложную пространственную форму, в том числе обусловленную деформациями под действием внутренних напряжений и деформациями при фиксации на координатном столе 8, то на основании данных, полученных при помощи устройства 7 контроля расстояния между кареткой и поверхностью обрабатываемой детали, компьютер 12 через блок 11, регулируя работу механизма 9 вертикального перемещения, задает траекторию перемещения каретки 10 в вертикальной плоскости,

ВУ 13434 U 2024.04.05

обеспечивающую стабильное расположение фокусирующих объективов относительно точек контура резки, расположенных на поверхности обрабатываемого изделия 13. При этом при перемещении фокусирующих объективов 2 и 4 в вертикальном направлении, сохраняются оптимальные значения плотности мощности излучения на поверхности обрабатываемого изделия и в его внутренних слоях вдоль пространственной траектории термораскалывания, что, в свою очередь, обеспечивает прецизионное разделение изделий из хрупких неметаллических материалов.

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 прецизионное разделение изделий из хрупких неметаллических материалов.

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