



(51) МПК
B23K 26/342 (2014.01)
(52) СПК
B23K 26/342 (2020.05)

**ФЕДЕРАЛЬНАЯ СЛУЖБА
ПО ИНТЕЛЛЕКТУАЛЬНОЙ СОБСТВЕННОСТИ**

(12) ОПИСАНИЕ ПОЛЕЗНОЙ МОДЕЛИ К ПАТЕНТУ

Статус: действует (последнее изменение статуса: 04.04.2023)
Пошлина: учтена за 4 год с 28.12.2022 по 27.12.2023. Установленный срок для уплаты пошлины за 5 год: с 28.12.2022 по 27.12.2023. При уплате пошлины за 5 год в дополнительный 6-месячный срок с 28.12.2023 по 27.06.2024 размер пошлины увеличивается на 50%.

(21)(22) Заявка: **2019144269**, **27.12.2019**

(24) Дата начала отсчета срока действия патента:
27.12.2019

Дата регистрации:
03.11.2020

Приоритет(ы):
(22) Дата подачи заявки: **27.12.2019**

(45) Опубликовано: **03.11.2020** Бюл. № **31**

(56) Список документов, цитированных в отчете о поиске: **RU 2580180 C2, 10.04.2016. RU 2228243 C2, 10.05.2004. RU 7040 U1, 16.07.1998. US 9757816 B2, 12.09.2017. JP 2003305578 A, 28.10.2003. JP 2002283082 A, 02.10.2002.**

Адрес для переписки:
**107150, Москва, Бойцовая, 29, 53, Гавриков
Михаил Дмитриевич**

(72) Автор(ы):

**Мальцев Виктор Васильевич (RU),
Чухланцев Дмитрий Олегович (RU),
Умнов Владимир Павлович (RU)**

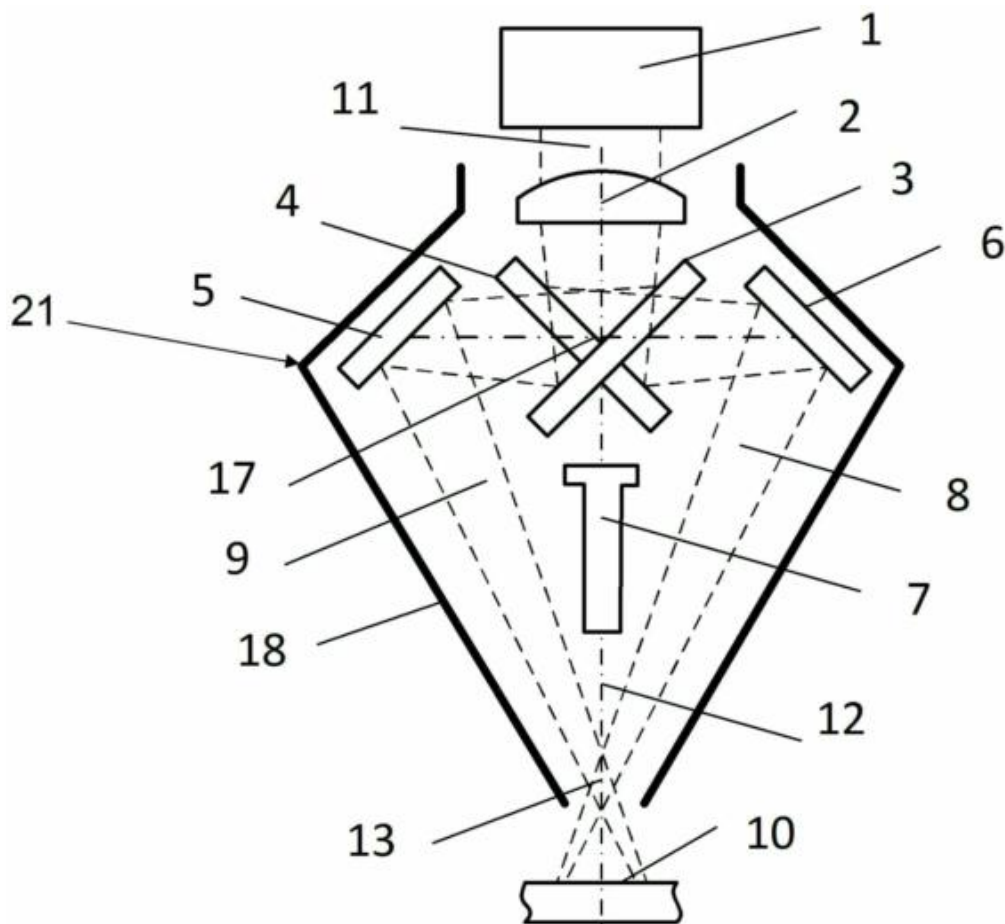
(73) Патентообладатель(и):

**Общество с ограниченной
ответственностью «Термолазер» (RU)**

(54) Оптическая головка для лазерной наплавки

(57) Реферат:

Полезная модель относится к оборудованию для нанесения металлических покрытий путем лазерной наплавки. Устройство для лазерной наплавки содержит лазер 1 и оптическую головку 21. Оптическая головка содержит корпус 18, установленные в упомянутом корпусе линзу 2, устройство разделения лазерного излучения, устройство сведения лазерных пучков, устройство подачи наплавляемого материала, устройство 7 подачи наплавляемого материала. Устройство разделения выполнено в виде двух соприкасающихся зеркал 3 и 4. Устройство сведения содержит два зеркала 5 и 6. Технический результат: повышение производительности и качества



Фиг.1

Область техники, к которой относится полезная модель

Полезная модель относится к машиностроению, более конкретно к оборудованию для термической обработки изделий лазерным излучением, еще более конкретно к устройствам для нанесения металлического покрытия на поверхность изделия путем лазерной наплавки.

Уровень техники

Из уровня техники известны различные конструкции оборудования для лазерной наплавки.

Известно устройство для лазерной обработки, в частности лазерного спекания материалов, содержащее основной лазер, дополнительный лазер, поворотное зеркало с отверстием, поглотитель лазерного излучения. (RU167356, дата публикации 10.01.2017). Недостатком этого известного средства является необходимость использования двух разных источников лазерного излучения, с направлением значительной части энергии дополнительного лазера в поглотитель, а не на выполнение полезной работы.

Известно устройство для нанесения покрытия на образец, содержащее рабочую камеру, распылительное сопло и лазерный блок, установленные с возможностью взаимного перемещения относительно оси симметрии фокусирующих линз лазерного блока и оси симметрии распылительного сопла, электромагнитный индуктор (RU2645631, дата публикации 26.02.2018). Недостатком данного известного устройства является сложность и высокие энергозатраты, вызванные использованием электромагнитного индуктора в качестве второго источника нагрева образца. Кроме этого недостатком устройства является оплавление порошкового материала только в ванне расплава на поверхности образца, что снижает производительность.

В качестве наиболее близкого аналога выбрано известное устройство для лазерной наплавки, содержащее лазер, систему разделения лазерного пучка, в виде оптической системы формирования серии кольцевых лазерных пучков с регулируемым распределением мощности лазерного излучения по кольцевым пучкам, фокусирующую линзу, систему подачи наплавляемого материала, и систему сведения лазерных пучков, в виде системы фокусирующих конических зеркал, фокусы которых лежат на одной оптической оси, вдоль которой подается наплавляемый материал (RU2580180, дата публикации 10.04.2016). Недостатком данного известного средства является невозможность управления положением ванны расплава относительно оси подачи наплавляемого материала на поверхности объекта обработки, сложность точного изготовления и юстировки конических зеркал. Недостатком также является невозможность управления положением пятна для последующего подогрева трека

поверхности наплава, для снятия напряжений, относительно оси подачи наплаваемого материала, а также расположение трубки подачи наплаваемого материала в зоне следования лазерных пучков, что требует охлаждения трубки и создает тень на поворотном зеркале и в кольцевых пучках подогрева трека на поверхности обработки.

Сущность полезной модели

Задача, решаемая настоящей полезной моделью, состоит в расширении эксплуатационных и технологических возможностей оборудования для лазерной наплавки. В ходе решения указанной задачи, достигается следующий технический результат: повышение производительности и качества обработки за счет возможности регулирования положения и мощности пятен лазерного излучения на обрабатываемой поверхности, упрощение конструкции и улучшение массо-габаритных характеристик.

Указанный технический результат достигается тем, что оптическая головка для лазерной наплавки содержит корпус, установленные в упомянутом корпусе линзу для фокусировки лазерного излучения, устройство разделения лазерного излучения, устройство сведения лазерных пучков, устройство подачи наплаваемого материала, упомянутое устройство разделения лазерного излучения выполнено в виде двух соприкасающихся зеркал, расположенных под углом друг к другу с возможностью разделения лазерного излучения, по меньшей мере, на два противоположно направленных лазерных пучка, упомянутое устройство сведения содержит два зеркала, которые направляют упомянутые противоположно направленные лазерные пучки в зону обработки, при этом упомянутые зеркала устройства сведения выполнены поворотными, упомянутое устройство подачи наплаваемого материала установлено соосно оптической оси упомянутой линзы.

Указанный технический результат достигается также тем, что зеркала устройства разделения лазерного излучения выполнены в виде плоских зеркал.

Указанный технический результат достигается также тем, что, по меньшей мере, одно зеркало устройства разделения лазерного излучения выполнено в виде нескольких плоских прямоугольных зеркал, расположенных с угловым смещением друг к другу.

Указанный технический результат достигается также тем, что зеркала устройства разделения лазерного излучения выполнены с возможностью перемещения в направлении перпендикулярном оптической оси линзы для фокусировки.

Отличительной особенностью настоящей полезной модели является разделение входного лазерного излучения на несколько пучков и возможность регулирования мощности и направления разделенных лазерных пучков на обрабатываемой поверхности.

Перечень фигур чертежей

На фиг.1 показана конструкция оптической головки устройства для лазерной наплавки.

На фиг.2-6 показаны варианты выполнения зеркал устройства разделения.

На фиг.7-11 показаны варианты расположения лазерных пучков относительно обрабатываемой поверхности.

На фиг.12 показано пространственное расположение зеркал устройства разделения.

Осуществление полезной модели

Оборудование для лазерной наплавки должно обладать качественной оптической системой и средствами точной подачи наплаваемого материала в зону воздействия лазерного излучения, обеспечивающей высокий коэффициент использования материала. Кроме этого, современное оборудование в этой области должно обеспечивать управление размерами, мощностью пятна нагрева и его положением относительно оси подачи наплавочного материала в области обработки в широком диапазоне. Для прецизионной и производительной наплавки необходимо обеспечить возможность предварительного нагрева обрабатываемой поверхности вплоть до ее оплавления. Вместе с этим, важно также предусмотреть возможность создания ванны расплава на обрабатываемой поверхности до попадания на нее наплаваемого материала, а также, при необходимости, сопутствующий подогрев наплавленного трека. Это позволит предотвратить образование горячих трещин за счет уменьшения скорости охлаждения и формирования напряжения сжатия в остывающей зоне наплавки.

Оптическая головка в соответствии с полезной моделью может использоваться в устройствах для лазерной наплавки, пример выполнения которого показан на фиг.1. Устройство для лазерной наплавки содержит источник 1 лазерного излучения (например, твердотельный или газовый лазер) и оптическую головку 21. Оптическая головка 21 установлена на устройстве для наплавки с возможностью поворота вокруг своей оси и прямолинейного перемещения относительно обрабатываемой поверхности.

Оптическая головка 21 содержит корпус 18, в котором установлены линза 2 для фокусировки лазерного излучения от лазера 1, устройство разделения лазерного излучения и устройство сведения лазерных пучков.

Устройство разделения лазерного излучения выполнено в виде двух зеркал 3 и 4, соприкасающихся своими боковыми сторонами в области 23 и расположенных под углом друг к другу, как показано на фиг.12. Зеркала 3 и 4 установлены так, что обеспечивают разделение входного лазерного излучения от лазера 1 на два противоположно направленных лазерных пучка. Угол β между зеркалами 3 и 4, показанный на фиг.4, может составлять величину от 70 градусов до 110 градусов. На фиг.12 позицией 23 обозначена область контакта боковых сторон зеркал 3 и 4. Зеркала 3 и 4 системы разделения пучков плотно контактируют друг с другом боковыми сторонами без какого-либо зазора между ними для исключения потерь мощности лазерного излучения при разделении пучка. Функция зеркал 3 и 4 состоит в разделении входного излучения от лазера 1 на два пучка, направленных в противоположные стороны. Близкие величины расходимости разделенных пучков позволяют получить в фокальной плоскости линзы 2 возле обрабатываемой поверхности 10 такие же близкие размеры фокальных пятен лазерного излучения.

Устройство сведения содержит два зеркала 5 и 6, которые направляют противоположно направленные лазерные пучки в зону обработки обрабатываемой поверхности 10. Зеркала 5 и 6 выполнены с возможностью поворота независимо друг от друга. Одним из конструктивных вариантов реализации этой функции является установка зеркал 5 и 6 на шаровые шарниры, а в качестве привода поворота могут использоваться линейные пьезодвигатели, сообщающие зеркалам 5 и 6 угловое перемещение непосредственно или через систему рычагов. Диапазон угловых перемещений зеркал 5 и 6 должен быть достаточным, чтобы обеспечить пересечение разделенных пучков 8 и 9 в области 13, как показано на фиг.1, т.е. раньше чем пучки 8 и 9 достигнут обрабатываемой поверхности 10.

Внутри корпуса 18 оптической головки установлено устройство 7 для подачи наплавляемого материала вдоль оси 12. Ось 12 подачи наплавляемого материала совпадает с оптической осью 11, а само устройство 7 подачи расположено между пучками 8 и 9, отраженными зеркалами 5 и 6 устройства сведения. В качестве наплавляемого материала может использоваться порошковый металл с требуемыми свойствами.

Каждое из соприкасающихся зеркал 3 или 4 может состоять из одного (как показано на фиг.4) или нескольких плоских прямоугольных соприкасающихся боковыми поверхностями зеркал. На фиг.2, 3 и 5 показаны различные возможные комбинации выполнения одного из зеркал 3 или 4 или обоих этих зеркал состоящими из трех плоских зеркал 14, 15 и 16, расположенных с угловым смещением α друг к другу относительно линии 17, проходящей через область 21 контакта зеркал 3 и 4 и находящейся в плоскостях зеркал 3 и 4. Значение угла α может достигать 10 градусов. Такая воображаемая линия 17 будет ортогональна (под углом 90°) оптической оси 11 фокусирующей линзы 2. Зеркала 3 и/или 4 могут быть составлены не только из трех, но и двух, и четырех плоских зеркал. Величина α углового смещения зеркал 14, 15 или 16 может достигать 8 градусов.

На фиг.4 оба соприкасающихся зеркала 3 и 4 выполнены плоскими. На фиг.5 каждое из зеркал 3 или 4 состоит из трех плоских соприкасающихся зеркал 14, 15, 16. Вместо трех, можно использовать два или четыре зеркала. На фиг.2 и 3 только одно из зеркал 3 или 4 выполнено составным.

Зеркала 3 и 4 целесообразно выполнить с возможностью одновременного перемещения вдоль линии 17, как обозначено двойной стрелкой на фиг.6, относительно оптической оси 11 фокусирующей линзы 2.

Выполнение одного или обоих зеркал 3 и 4 составными позволяет разделить входное излучение на несколько пучков и получить несколько фокальных пятен на или возле обрабатываемой поверхности 10. Например, в соответствии с фиг.2 зеркало 3 формирует один пучок, а составное зеркало 4 формирует три пучка. Разделенные зеркалами 3 и 4, а затем сведенные зеркалами 5 и 6 пучки оказываются на обрабатываемой поверхности 10 с разных сторон от оси 12 подачи наплавляемого материала. Однако, при этом геометрические центры всех пучков на обрабатываемой поверхности 10 расположены на одной прямой проходящей через ось подачи наплавляемого материала 12. Это повышает энергетическую эффективность использования лазерного излучения, так как исключает нагрев соседних областей, происходящий при кольцевом пучке, в которых не происходит процесс наплавки подаваемого по оси 12 наплавляемого материала.

Соприкасающиеся область 23 зеркала 3 и 4 выполнены с возможностью одновременного перемещения вдоль линии пересечения плоскостей зеркал 17 относительно оптической оси 11 фокусирующей линзы. При одновременном перемещении всех зеркал относительно лазерного излучения, идущего от линзы 2 по оптической оси 11, изменяется полная мощность пучка, отражаемого каждым из зеркал, что позволяет регулировать распределение мощности входного лазерного излучения по разделенным пучкам.

Поскольку устройство разделения лазерного пучка в виде зеркал 3 и 4 разделяет входное лазерное излучение 22 в диаметрально противоположных направлениях, то ввод наплавляемого материала в устройство подачи 7, ориентация и закрепление

направлению движения устройства 7 внутри корпуса 18 осуществляется перпендикулярно к разделенным пучкам, т.е. во внутренней области корпуса 18, в которой нет ни других элементов, ни лазерных потоков. Это исключает образование теней и потерю мощности излучения.

Диапазон регулировок углового положения зеркал 5 и 6 обеспечивает возможность пересечения разделенных пучков 8 и 9 в области 13, в которой также находится наплавляемый материал (например, порошковый), поступающий по оси подачи 12 из устройства 7 к обрабатываемой поверхности 10. Пересечение пучков 8 и 9 с осью 12 подачи наплавляемого материала обеспечивает расположение центров лазерных пучков на обрабатываемой поверхности 10 на прямой линии, проходящей через ось подачи 12. Пересечение лазерных пучков 8 и 9 с подаваемым для наплавки материалом позволяет осуществлять предварительный нагрев, вплоть до расплавления, этого материала до его контакта с обрабатываемой поверхностью 10. Это повышает скорость и качество выполнения наплавки.

Как говорилось выше, зеркала 3, 4, 5 и 6 и устройство 7 подачи наплавляемого материала закреплены внутри корпуса 18 и, таким образом, могут поворачиваться вокруг оптической оси 11 и ее продолжения - оси 12. Установка оптической головки 20 с возможностью поворота позволяет оптимально ориентировать на обрабатываемой поверхности 10 фокальные пятна лазерных пучков и область подачи наплавляемого материала по оси 12 и координировать их ориентацию с направлением перемещения относительно обрабатываемой поверхности 10. Это позволяет наплавлять материал с полным использованием всех лазерных пучков, что повышает энергетическую эффективность лазерной наплавки.

Вариант сведения лазерных пучков 8 и 9, пересекающихся с осью 12 подачи наплавляемого материала в области 13, показанный на фиг.7, создает на обрабатываемой поверхности 10 промежуток между пучками. Стрелкой показано направление движения устройства.

Вариант сведения лазерных пучков 8 и 9, пересекающихся с осью 12 подачи наплавляемого материала в области 13, показанный на фиг.8, не создает на обрабатываемой поверхности 10 промежуток между пучками. Стрелкой показано направление движения устройства.

В варианте сведения, показанном на фиг.9, лазерные пучки 8 и 9 перекрываются на обрабатываемой поверхности 10 на оси 12 подачи наплавляемого материала. Стрелкой показано направление движения устройства.

В варианте сведения, показанном на фиг.10, лазерные пучки 8 и 9 не пересекаются с наплавляемым материалом и расположены с разных сторон от зоны подачи наплавляемого материала на обрабатываемую поверхность 10 по оси 12. Стрелкой показано направление движения устройства. Пучок 9 создает ванну расплава 19, в которую в ходе перемещения устройства попадает наплавляемый материал, а пучок 8 в зоне подогрева трека 20 поверхности наплава снимает остаточные напряжения после наплава.

В варианте сведения, показанном на фиг.11, пучок 9 создает ванну расплава в зоне подачи наплавляемого материала на обрабатываемую поверхность 10, а пучок 8 в зоне подогрева трека поверхности наплава снимает остаточные напряжения после наплавления. Стрелкой показано направление движения устройства.

Устройство работает следующим образом.

Лазер 1 генерирует входное лазерное излучение 22 и направляет его вдоль оптической оси 11 на фокусирующую линзу 2. После фокусирующей линзы 2 устройство разделения лазерного пучка, содержащее соприкасающиеся зеркала 3 и 4, разделяет лазерное излучение 22, по меньшей мере, на два пучка или две группы пучков, и направляет их на два поворотных зеркала 5 и 6 устройства сведения. Поворотные зеркала 5 и 6 направляют лазерные пучки 8 и 9 на обрабатываемую поверхность 10 в зону подачи наплавляемого материала. При одновременном перемещении зеркал 5 и 6 относительно лазерного излучения 22, идущего от линзы 2 по оптической оси 11, изменяется полная мощность излучения, отражаемая каждым из зеркал 3, 4, 5 или 6 что позволяет регулировать распределение мощности лазерного излучения по разделенным пучкам. Независимое угловое перемещение поворотных зеркал 5 и 6 пучков позволяет реализовать различное расположение лазерных пучков, как относительно друг друга, так и относительно оси 12 подачи наплавляемого материала. Конкретное расположение пучков на обрабатываемой поверхности определяется свойствами наплавляемого материала, материала обрабатываемой поверхности, технологическими режимами и пр. а поверхности объекта обработки 10 в зависимости от параметров технологического процесса наплавки.

Разделение лазерного излучения 22 плоскими прямоугольными соприкасающимися зеркалами 14, 15, 16 на несколько пучков по разным направлениям в параллельных плоскостях, регулирование распределения мощности между разделенными пучками путем одновременного перемещения зеркал, предварительный подогрев наплавляемого порошкового материала путем пересечения с ним лазерных пучков, ориентация лазерных пятен и области подачи наплавляемого материала по направлению движения устройства, регулирование при этом расположения пятен и их

мощности - это обеспечивает расширение функциональных возможностей, повышает скорость и качество выполнения лазерной наплавки, повышает ее энергетическую эффективность.

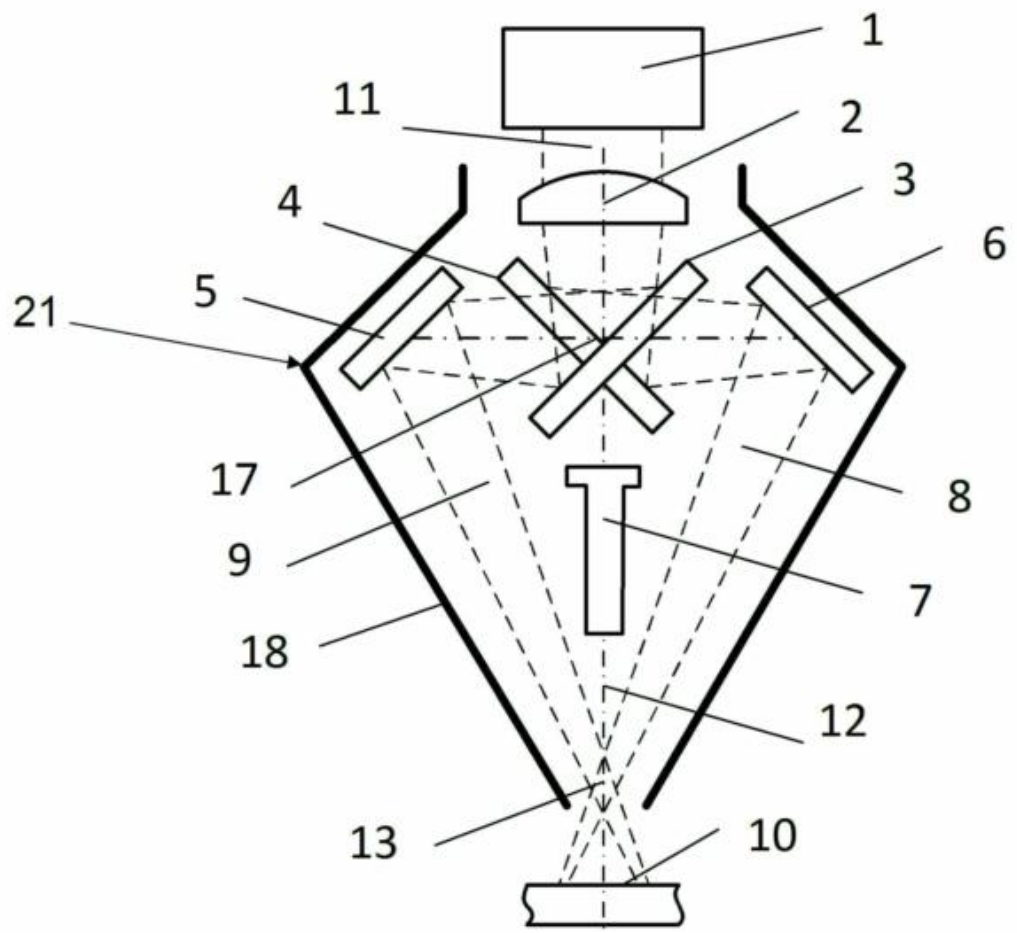
Таким образом, оптическая головка и созданное на ее основе устройство для лазерной наплавки позволяют регулировать положение ванны расплава и зоны подогрева на обрабатываемой поверхности, позволяют осуществлять предварительный подогрев наплавляемого материала перед обрабатываемой поверхностью вплоть до его оплавления, что расширяет функциональные возможности устройства, повышает скорость и качество выполнения операции лазерной наплавки.

Формула полезной модели

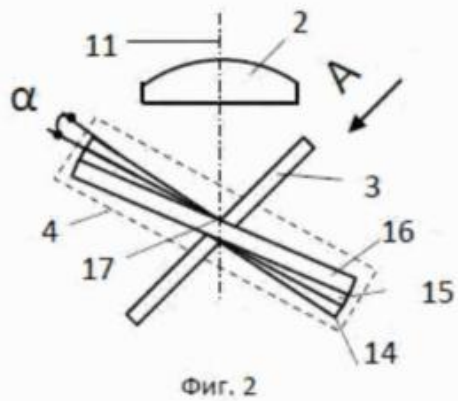
1. Оптическая головка для лазерной наплавки, содержащая корпус, установленные в упомянутом корпусе линзу для фокусировки лазерного излучения, устройство разделения лазерного излучения, устройство сведения лазерных пучков, устройство подачи наплавляемого материала, отличающаяся тем, что упомянутое устройство разделения лазерного излучения выполнено в виде двух соприкасающихся по их боковым плоскостям зеркал, расположенных под углом друг к другу с возможностью разделения лазерного излучения на два противоположно направленных лазерных пучка, а упомянутое устройство сведения лазерных пучков содержит два зеркала, которые направляют упомянутые противоположно направленные лазерные пучки в зону обработки, при этом упомянутые зеркала устройства сведения выполнены поворотными, а упомянутое устройство подачи наплавляемого материала установлено соосно оптической оси упомянутой линзы.

2. Оптическая головка по п.1, отличающаяся тем, что зеркала устройства разделения лазерного излучения выполнены в виде плоских прямоугольных зеркал.

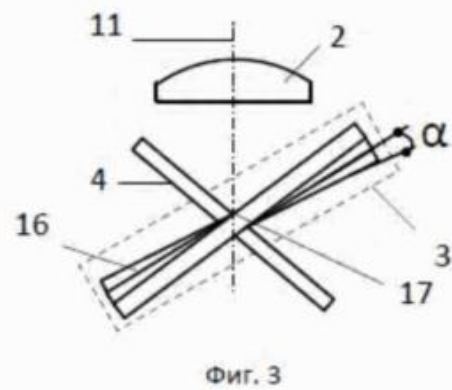
3. Оптическая головка по п.1, отличающаяся тем, что зеркала устройства разделения лазерного излучения выполнены с возможностью перемещения в направлении перпендикулярном оптической оси линзы для фокусировки.



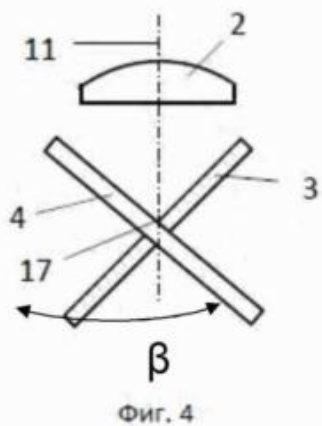
Фиг.1



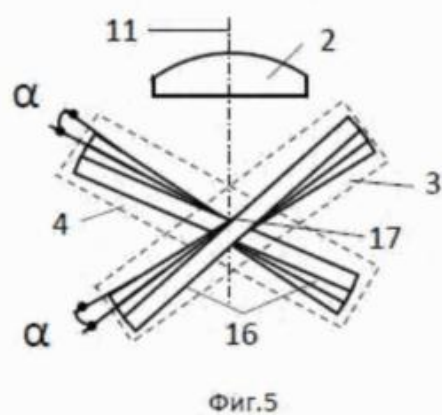
Фиг. 2



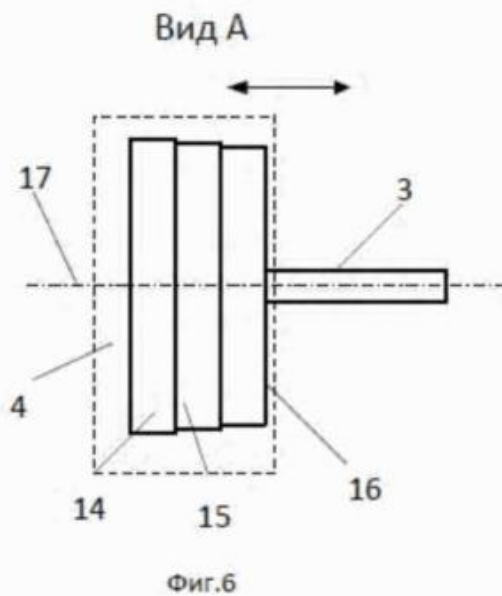
Фиг. 3



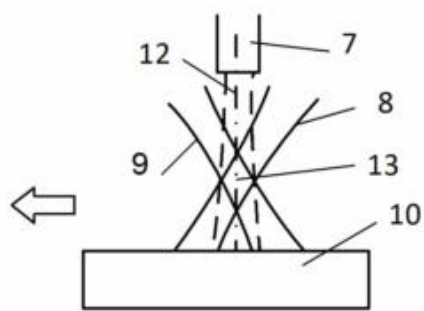
Фиг. 4



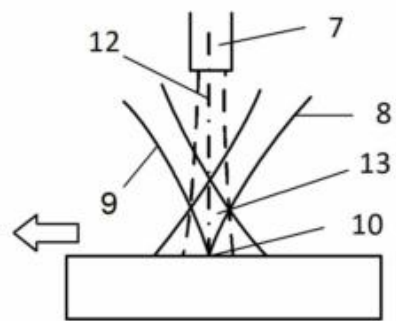
Фиг. 5



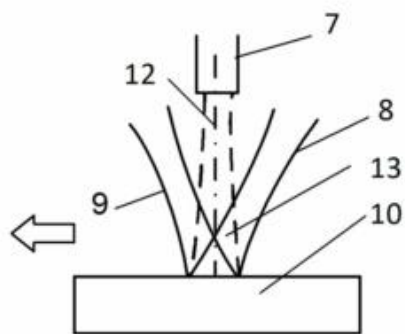
Фиг. 6



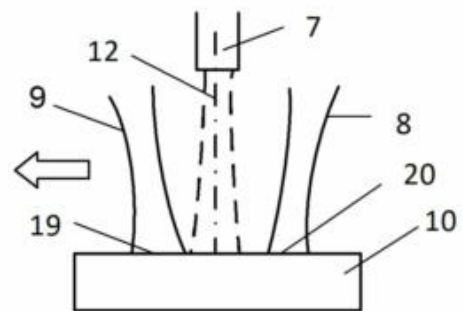
Фиг.7



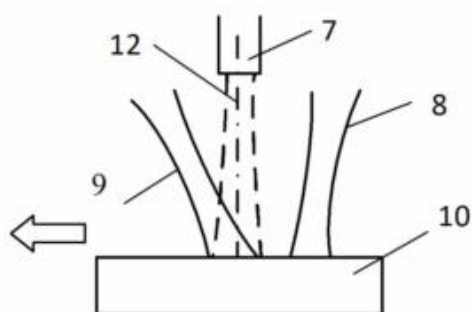
Фиг.8



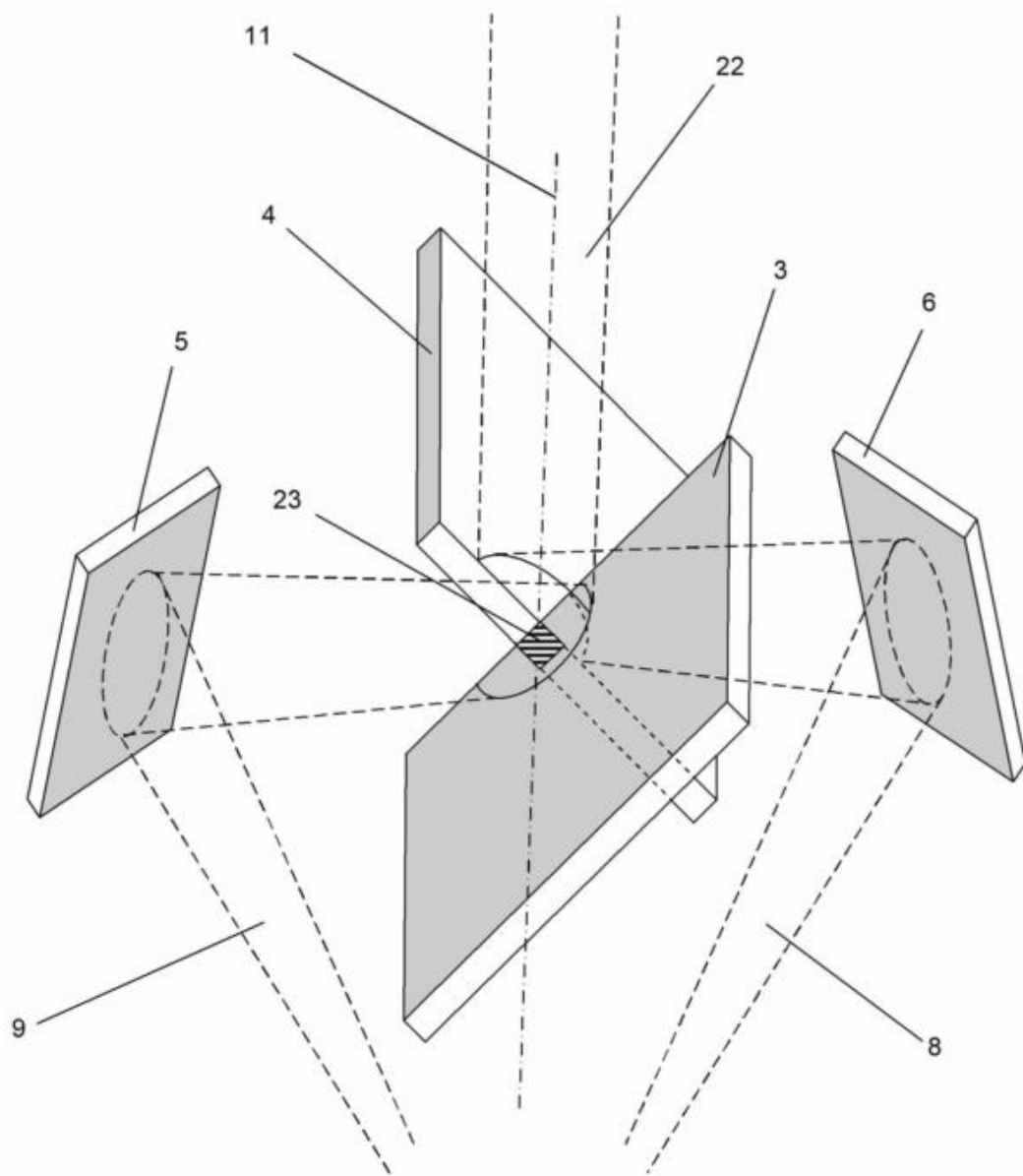
Фиг.9



Фиг.10



Фиг.11



Фиг.12