



ФЕДЕРАЛЬНАЯ СЛУЖБА
ПО ИНТЕЛЛЕКТУАЛЬНОЙ СОБСТВЕННОСТИ

(12) ОПИСАНИЕ ПОЛЕЗНОЙ МОДЕЛИ К ПАТЕНТУ

(52) СПК
B23K 15/00 (2019.05)

(21)(22) Заявка: 2019116160, 24.05.2019

(24) Дата начала отсчета срока действия патента:
24.05.2019

Дата регистрации:
06.08.2019

Приоритет(ы):

(22) Дата подачи заявки: 24.05.2019

(45) Опубликовано: 06.08.2019 Бюл. № 22

Адрес для переписки:
634050, г. Томск, пр. Ленина, 40, ТУСУР,
патентно-информационный отдел

(72) Автор(ы):

Бакеев Илья Юрьевич (RU),
Зенин Алексей Александрович (RU),
Климов Александр Сергеевич (RU),
Окс Ефим Михайлович (RU)

(73) Патентообладатель(и):

Федеральное государственное бюджетное
образовательное учреждение высшего
образования "Томский государственный
университет систем управления и
радиоэлектроники" (RU)

(56) Список документов, цитированных в отчете
о поиске: А.В.МЕДОВНИК И ДР.
Электронно-лучевая обработка керамики.
Физика и химия обработки материалов, 2010,
N3, с.39-44. RU 2492036 C1, 10.09.2013. RU
2510744 C1, 10.04.2014. EP 2322309 B1, 02.11.2016.
US 4484058 A1, 20.11.1984.

(54) МОДУЛЬ ДЛЯ ЭЛЕКТРОННО-ЛУЧЕВОГО ИЗГОТОВЛЕНИЯ ОТВЕРСТИЙ В ТЕХНИЧЕСКОЙ КЕРАМИКЕ

(57) Реферат:

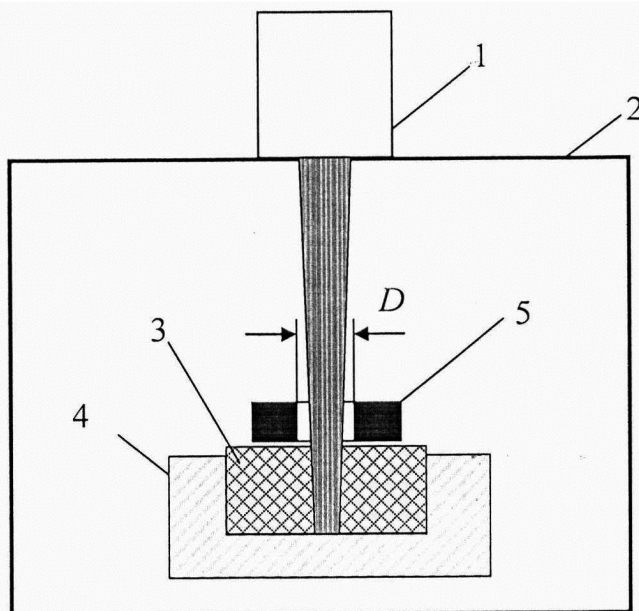
Полезная модель относится к области выполнения отверстий при помощи электронного пучка в деталях из тугоплавкой технической керамики и может быть применена при разработке фильтрующих устройств и использована в электроннолучевой и плазмохимической технологии при изготовлении керамических масок в машиностроении, микроэлектронике и других областях промышленности.

Сущность полезной модели заключается в том, что в известном модуле, содержащем источник электронов, размещенный на фланце вакуумной камеры, и держатель для керамической

мишени, над поверхностью мишени вплотную к ней установлена диафрагма из графита с отверстием, соосным с электронным пучком, при этом диаметр отверстия D и диаметр электронного пучка d связаны соотношением $d < D < 1.2d$.

Обеспечение приведенной совокупности признаков позволяет достичь цели полезной модели, а именно повысить точность изготовления отверстий в керамическом материале.

Сущность полезной модели иллюстрируется чертежом (см. Фиг.).



Конструкция модуля для электронно-лучевого изготовления отверстий в технической керамике

RU 191445 U1

RU 191445 U1

Полезная модель относится к области выполнения отверстий при помощи электронного пучка в деталях из тугоплавкой технической керамики и может быть применена при разработке фильтрующих устройств и использована в электроннолучевой и плазмохимической технологии при изготовлении керамических масок в машиностроении, микроэлектронике и других областях промышленности.

Известен модуль для электронно-лучевой обработки и в том числе сверления отверстий, описанный в способе термической обработки заготовок электронным пучком и газом [1]. Модуль состоит из генератора вневакуумного электронного пучка, сопла для подачи сжатого газа на обрабатываемую заготовку. Обработка заготовки осуществляется электронным пучком при атмосферном давлении. Сжатый газ (кислород), подается на область воздействия электронного пучка и служит для дополнительного окисления материала и повышения скорости изготовления отверстия.

Недостатки данного модуля заключаются в низкой локализации места обработки за счет значительного расширения электронного пучка при выводе его в атмосферу. Кроме того для обеспечения функционирования модуля необходимо поддержание работоспособности технически сложной системы вывода электронного пучка в атмосферу, содержащей, как правило, несколько независимых частей, откачиваемых отдельными вакуумными насосами, сложную систему электропитания электронной пушки и необходимость принятия мер по защите персонала от рентгеновского излучения, неизбежно возникающего при торможении ускоренного электронного пучка в заготовке.

Известен модуль, описанный в способе лазерной пробивки отверстий [2]. Модуль включает в себя лазерную систему, оптико-механическую систему направления и фокусировки излучения, а обрабатываемый образец покрыт тонким слоем проводящего материала. Недостатком этого модуля является ограниченность материалов пригодных для сверления. Он применим для изготовления отверстий в диэлектриках покрытых медью (печатных плат) и не применим для высокотемпературной технической керамики.

Известен также модуль, описанный в устройстве для электронно-лучевого сверления [3]. Модуль включает в себя камеру для приема и удержания заготовки; электронно-лучевую пушку, прикрепленную к камере. Недостаток такого модуля заключается в размытии области теплового воздействия на обрабатываемую заготовку, что является следствием близкого к гауссовому радиального распределения мощности в электронном пучке. Это приводит к снижению качества изготавливаемых отверстий вследствие образования наплывов на входе отверстия. Кроме того модуль неприменим для изготовления отверстий в материалах непроводящих электрический ток, таких как стекло и керамика, вследствие зарядки поверхности электронами пучка и невозможности локализации теплового воздействия.

Наиболее близким по технической сущности к предлагаемой полезной модели является модуль, описанный в работе [4]. Модуль включает в себя источник электронов, размещенный на фланце вакуумной камеры и держатель для керамической мишени. Недостатком такого модуля также является существенное размытие области теплового воздействия на обрабатываемую керамику, что также приводит к снижению качества изготавливаемых отверстий вследствие образования наплывов на входе отверстия.

Цель настоящей полезной модели заключается в повышении точности изготовления отверстий в керамическом материале.

Указанный результат достигается тем, что в известном модуле, содержащем источник электронов, размещенный на фланце вакуумной камеры и держатель для керамической мишени, над поверхностью мишени вплотную к ней установлена диафрагма из графита

с отверстием соосным с электронным пучком, при этом диаметр отверстия D и диаметр электронного пучка d связаны соотношением $d < D < 1.2d$.

5 Применение диафрагмы позволяет повысить точность изготовления отверстий за счет ограничения попадания электронов, находящихся в периферийной области электронного пучка. Кроме того плотное прилегание керамической диафрагмы к керамической мишени не позволяет испаренному материалу мишени конденсироваться на входе в отверстие, что ограничивает образование наплывов. Указанные соотношения диаметров важны для достижения цели. При диаметре отверстия в диафрагме меньше диаметра пучка происходит нагрев стенок диафрагмы, что снижает эффективность 10 передачи мощности пучка к поверхности детали и приводит к разрушению самой диафрагмы за счет бомбардировки электронами пучка и, в конечном счете, к снижению точности изготовления отверстий. В случае, если диаметр отверстия в диафрагме более 1,2 диаметра пучка, происходит формирование наплыва на входе отверстия, что снижает его качество и точность. Выбор графита в качестве материала диафрагмы обусловлен 15 его температуростойкостью, поскольку температура плавления керамики может достигать 2500°C , то материал диафрагмы должен быть более температуростоек, а таким условиям в наибольшей степени удовлетворяет графит.

Сущность полезной модели поясняется чертежом, представленным на Фиг. Электронный источник с плазменным катодом 1, установлен на верхнем фланце 20 вакуумной камеры 2. Керамический образец 3 закреплен внутри вакуумной камеры с помощью держателя 4. На пути электронного пучка соосно с ним и вплотную к керамической мишени размещена диафрагма из графита 5 с отверстием для прохождения электронного пучка. Диаметр отверстия в диафрагме равен диаметру пучка.

Пример реализации. Для испытаний модуля была взята прямоугольная пластина из 25 керамики на основе оксида алюминия (ВК94-1) с размерами $50 \times 50 \times 5$ мм. Пластина была установлена в держателе и помещена в вакуумную камеру. Для откачки камеры использовался форвакуумный насос марки VocEdwards E2M80. Давление в вакуумной камере поддерживалось на уровне 10-12 Па. Для формирования электронного пучка использовался источник электронов с плазменным катодом позволяющий получать 30 электронный пучок с плотностью мощности до 10^5 Вт/см² и энергией электронов до 20 кВ. Источник электронов располагался на верхнем фланце вакуумной камеры. Над поверхностью керамики вплотную к ней располагалась графитовая диафрагма, представляющая собой прямоугольную пластину с размерами $50 \times 50 \times 5$ мм с отверстием в средней части. Диаметр отверстия был согласован с заранее измеренным диаметром 35 пучка и составлял 1 мм. Электронный пучок направлялся на отверстие в диафрагме и производил сверление отверстия в находящейся за диафрагмой керамике. В результате использования модуля было изготовлено сквозное отверстие в керамике диаметром 1 мм. На выходе отверстия отсутствовали наплывы из расплавленного материала, что 40 говорит о хорошем качестве отверстия и точности его изготовления. Для сравнения было осуществлено сверление отверстия в идентичном образце керамики без использования диафрагмы. Экспериментально было обнаружено, что модуль, взятый за прототип, не позволяет изготовить отверстие в керамике точно заданного диаметра и без наплыва на его выходе.

Таким образом, предлагаемый модуль позволяет повысить точность изготовления 45 отверстий в керамическом материале.

Использованные источники

1. Пат. EP 2322309 B1. МПК В23К 15/10, В23К 15/08, H01J 37/31. Methods of and devices for thermal processing of workpieces with an electron beam and gas / Friedrich Wilhelm Bach,

Alexander Beniyash, Thomas Hassel, Rudolf Konya, Nils Murray, Wilfried Ruchay; заявитель и патентообладатель - Wilfried Ruchay. - №EP 20100014478; заявл. 11.11.2010, опубл. 02.11.2016.

5 2. Пат. РФ №1718487, МПК В23К 26/00. Способ пробивки микроотверстий лазерным импульсным излучением / Абрамов Д.В., Прокошев В.Г., Хорьков К.С; заявитель и патентообладатель Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего профессионального образования «Владимирский государственный университет имени Александра Григорьевича и Николая Григорьевича Столетовых» (ВлГУ). - №2011152292/02; заявл. 22.12.2011, опубл. 10.09.2013 Бюл. №25

10 3. Патент US 4484058 A, МПК В23К 15/085. Electron beam hole drilling apparatus / Curtiss G. Howard, Lester W. Jordan, Chester E. Yaworsky, Frank L. Zampino; заявитель и патентообладатель United Technologies Corp. Hartford, Conn. - №3616654 заявл. 25.03.1982, опубл. 20.11.1984.

15 4. А.В. Медовник, В.А. Бурдовицин, А.С. Климов, Е.М. Окс / Электронно-лучевая обработка керамики // Физика и химия обработки материалов. - 2010. - №3. - С. 39-44

(57) Формула полезной модели

Модуль для электронно-лучевого изготовления отверстий в технической керамике, содержащий вакуумную камеру, источник электронов, размещенный на фланце
20 вакуумной камеры, и держатель для керамической мишени, отличающийся тем, что он снабжен диафрагмой, выполненной из графита и с отверстием, соосным с электронным пучком, причем $d < D < 1.2d$, где d - диаметр электронного пучка, D - диаметр отверстия диафрагмы, и с возможностью установки над поверхностью мишени вплотную к ней.

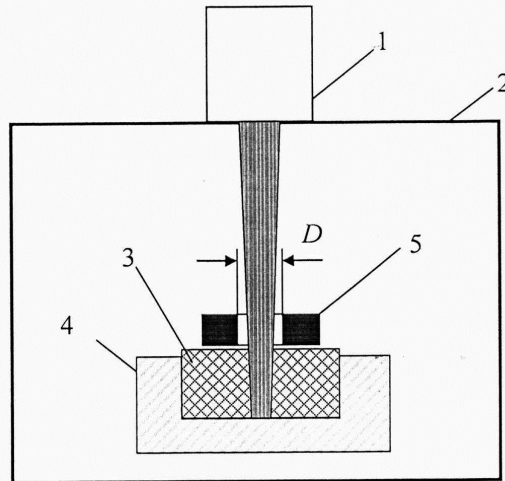
25

30

35

40

45



Конструкция модуля для электронно-лучевого изготовления отверстий в технической керамике