

РСТВСЕМИРНАЯ ОРГАНИЗАЦИЯ
ИНТЕЛЛЕКТУАЛЬНОЙ СОБСТВЕННОСТИ
Международное бюроМЕЖДУНАРОДНАЯ ЗАЯВКА, ОПУБЛИКОВАННАЯ В СООТВЕТСТВИИ
С ДОГОВОРом О ПАТЕНТНОЙ КООПЕРАЦИИ (РСТ)

(51) Международная классификация изобретения⁶: C03C 23/00	A1	(11) Номер международной публикации: WO 97/16387 (43) Дата международной публикации: 9 мая 1997 (09.05.97)
(21) Номер международной заявки: PCT/RU95/00235 (22) Дата международной подачи: 3 ноября 1995 (03.11.95) (71)(72) Заявители и изобретатели: ВАСИЛЬЕВ Анатолий Валентинович [RU/RU]; 143400 Красногорск, Московской обл., ул. Ленина, д. 49, кв. 38 (RU) [VASILIEV, Anatoly Valentinovich, Krasnogorsk (RU)]. ГОЛЬДФАРБ Борис Ефимович [RU/RU]; 143400 Красногорск, Московской обл., ул. Кирова, д. 30, кв. 18 (RU) [GOLDFARB, Boris Efimovich, Krasnogorsk (RU)].	(81) Указанные государства: CA, US, европейский патент (AT, BE, CH, DE, DK, ES, FR, GB, GR, IE, IT, LU, MC, NL, PT, SE). Опубликована <i>С отчетом о международном поиске.</i>	
(54) Title: LASER-BASED METHOD OF FORMING AN IMAGE IN TRANSPARENT OBJECTS (54) Название изобретения: СПОСОБ ЛАЗЕРНОГО ФОРМИРОВАНИЯ ИЗОБРАЖЕНИЙ В ПРОЗРАЧНЫХ ОБРАЗЦАХ (57) Abstract <p>The invention can be used for creating decorative patterns in solid transparent materials. In a first step, a laser beam is formed with different divergences in two mutually perpendicular planes; during the image-forming process which involves displacing the object, the angle between the plane of greater divergence of the laser beam and the surface of the image section to be formed is altered in accordance with the desired contrast in the given image section.</p>		

Использование: для декоративной обработки твердых прозрачных материалов.

Сущность изобретения: предварительно формируют лазерный луч, имеющий различную расходимость в двух взаимно перпендикулярных плоскостях, а в процессе формирования изображения, перемещая образец, изменяют угол между плоскостью с наибольшей расходимостью лазерного луча и поверхностью формируемого участка изображения в зависимости от требуемого контраста данного участка изображения.

ИСКЛЮЧИТЕЛЬНО ДЛЯ ЦЕЛЕЙ ИНФОРМАЦИИ

Коды, используемые для обозначения стран-членов РСТ на титульных листах брошюр, в которых публикуются международные заявки в соответствии с РСТ.

AT	Австрия	FI	Финляндия	MR	Мавритания
AU	Австралия	FR	Франция	MW	Малави
BB	Барбадос	GA	Габон	NE	Нигер
BE	Бельгия	GB	Великобритания	NL	Нидерланды
BF	Буркина Фасо	GN	Гвинея	NO	Норвегия
BG	Болгария	GR	Греция	NZ	Новая Зеландия
BJ	Бенин	HU	Венгрия	PL	Польша
BR	Бразилия	IE	Ирландия	PT	Португалия
CA	Канада	IT	Италия	RO	Румыния
CF	Центральноафриканская Республика	JP	Япония	RU	Российская Федерация
BY	Беларусь	KP	Корейская Народно-Демократическая Республика	SD	Судан
CG	Конго	KR	Корейская Республика	SE	Швеция
CH	Швейцария	KZ	Казахстан	SI	Словения
CI	Кот д'Ивуар	LI	Лихтенштейн	SK	Словакия
CM	Камерун	LK	Шри Ланка	SN	Сенегал
CN	Китай	LU	Люксембург	TD	Чад
CS	Чехословакия	LV	Латвия	TG	Того
CZ	Чешская Республика	MC	Монако	UA	Украина
DE	Германия	MG	Мадагаскар	US	Соединенные Штаты Америки
DK	Дания	ML	Мали	UZ	Узбекистан
ES	Испания	MN	Монголия	VN	Вьетнам

СПОСОБ ЛАЗЕРНОГО ФОРМИРОВАНИЯ ИЗОБРАЖЕНИИ В ПРОЗРАЧНЫХ ОБРАЗЦАХ

Область техники

Изобретение относится к области лазерной технологии, к области обработки твердых прозрачных материалов типа стекла, ситаллов, прозрачной керамики, алмазов лазерным излучением.

Предшествующий уровень техники

Известен способ маркировки стеклоизделий путем облучения сфокусированным лазерным лучом с интенсивностью, превышающей порог разрушения стекла (RU № 1620428, кл С03С 27/12, 1989 г.).

Известен способ художественной обработки изделий из стекла и хрусталя путем нанесения рисунка лучом лазера в воздушной среде с температурой 223-253 К и фокусирования светового пятна в Массе изделия на расстоянии от внешних его поверхностей не менее 100 диаметров пятна излучения (RU №1818307, кл.С03В 33/00, 1990 г.)

Наиболее близким к предложенному способу по технической сущности и достигаемому результату является способ лазерного формирования изображений в твердых средах путем фокусирования лазерного излучения в заданной точке образца и перемещения образца относительно лазерного луча по заданному закону, причем облучение образца ведут с плотностью мощности, превышающей пороговое значение объемного пробоя материала, а перемещение образца осуществляют в трех взаимно перпендикулярных направлениях (RU №2008288, кл.С03С 23/00, 1991г.)

Изображения, полученные такими способами, являются малоконтрастными. Для достижения художественной выразительности изображения требуется существенно увеличивать мощность лазерного излучения и число импульсов излучения, требуемых для обработки одного образца. Эти факторы

существенно усложняют аппаратуру для формирования изображений и уменьшают ресурс ее работы.

Раскрытие изобретения

Техническим результатом изобретения является повышение контрастности изображения. Сущность изобретения заключается в том, что предварительно, до получения изображения, формируют лазерный луч, имеющий различную расходимость в двух взаимно перпендикулярных плоскостях, а в процессе формирования изображения изменяют угол между плоскостью с наибольшей расходимостью лазерного луча и поверхностью формируемого участка изображения в зависимости от требуемого контраста данного участка изображения.

Известно, что расходимость лазерного излучения зависит от длины резонатора лазера и размера внутрирезонаторной апертурной диафрагмы. Если внутри резонатора лазера расположена щелевая диафрагма, она уменьшает расходимость лазерного луча в плоскости, перпендикулярной щели диафрагмы. Вращая щелевую диафрагму вокруг оси резонатора можно изменять направление плоскости наибольшей расходимости лазерного луча. Фокусируя такой луч в образце, получим область максимальной фокусировки (перетяжку), поперечный размер которой d можно оценить (при малом угле расходимости луча) по формуле

$$d = f \cdot \alpha$$

где
 f - фокусное расстояние фокусирующей оптики,
 α - угол расходимости в плоскостях, проходящих через ортогональные оси X или Y (ось Z направлена по оси пучка, ось X параллельна щели диафрагмы).

Если без диафрагмы след разрушения материала образца имеет примерно одинаковые поперечные размеры вдоль осей X и Y, то при введенной диафрагме этот след имеет увеличенный размер вдоль оси X, т.е. контраст элемента изображения зависит

от ориентации оси X. При формировании изображения можно ориентировать эту ось в зависимости от требуемого контраста изображения.

Описываемый способ лазерного формирования изображений в прозрачных образцах осуществляется следующим образом.

На фиг. 1 представлена схема осуществления изобретения.

На фиг. 1 представлены:

- 1 - лазерный излучатель,
- 2 - блок питания лазера,
- 3 - внутриврезонаторная диафрагма,
- 4 - привод диафрагмы,
- 5 - фокусирующий объектив,
- 6 - компьютер,
- 7 - стеклянный образец,
- 8 - координатный станок,
- 9 - привод координатного станка.

Ниже приведены конкретные примеры выполнения описываемого способа.

Пример 1.

Берут образец, изготовленный из стекла марки К-8 в форме параллелепипеда, имеющий порог разрушения около 10^{10} Вт/см² для длины волны излучения 1,06 мкм. Импульсный лазерный луч формируется излучателем 1 с блоком питания 2, при этом энергия одного импульса составляет 0,1 Дж, длительность импульса 10 нс, т.е. импульсная мощность излучения составляет 10^7 Вт. Импульс излучения, имеющий расходимость $2 \cdot 10^{-3}$ рад фокусируется в образце объективом с фокусным расстоянием около 5,0 см, при этом площадь лазерного пятна в фокальной плоскости составляет 10^{-4} см², а значит плотность мощности излучения равна 10^{11} Вт/см², т.е. превышает в 10 раз порог разрушения стеклянного образца.

При введении в лазерный излучатель щелевой диафрагмы 3 с размером щели 1 - 4 мм лазерное пятно в фокальной плоскости сужается в направлении, перпендикулярном щели диафрагмы и приобретает овальную форму.

Процесс формирования рисунка внутри стекла заключается в перемещении образца 7 в пространстве с помощью координатного станка 8 по закону, предварительно заложенному в программу компьютера 6 и включении лазера после каждого элементарного

перемещения. В процессе отработки рисунка производится визуальная оценка контрастности отдельных участков изображения и подбирается необходимый угол поворота диафрагмы β в диапазоне $0^\circ - 180^\circ$, обеспечивающий требуемый контраст. В дальнейшем сведения об угле поворота диафрагмы закладываются в программу компьютера и в процессе движения образца осуществляется автоматический поворот диафрагмы.

Пример 2.

Берут образец, изготовленный из прозрачного сапфира в форме призмы. Энергия излучения 0,05 Дж, длительность импульса излучения 10 нс, импульсная мощность излучения $0,5 \cdot 10^7$ Вт, расходимость излучения $2 \cdot 10^{-3}$ рад, фокусное расстояние объектива 25 мм. В остальном параметры установки и процесс нанесения изображения не отличается от описанного в примере 1.

Пример 3.

Берут образец из алмаза, предназначенного для изготовления ювелирных украшений, с одной полированной поверхностью. Фокусное расстояние объектива 10 мм. В остальном параметры установки и процесс нанесения изображения не отличается от описанного в примере 2.

Промышленное использование

Использование описываемого способа лазерного формирования изображений в прозрачных образцах позволило организовать промышленное изготовление стеклянных сувениров с внутренним объемным рисунком.

ФОРМУЛА ИЗОБРЕТЕНИЯ

Способ лазерного формирования изображений в прозрачных образцах, включающий фокусировку непрерывного или импульсного лазерного луча в заданной точке в объеме образца до получения плотности мощности излучения, превышающей порог разрушения образца, и перемещение образца относительно точки фокусировки излучения по заданному закону, отличающийся тем, что предварительно формируют лазерный луч, имеющий различную расходимость в двух взаимно перпендикулярных плоскостях, при перемещении образца изменяют угол между плоскостью с наибольшей расходимостью лазерного луча и поверхностью формируемого участка изображения в зависимости от требуемого контраста данного участка изображения.

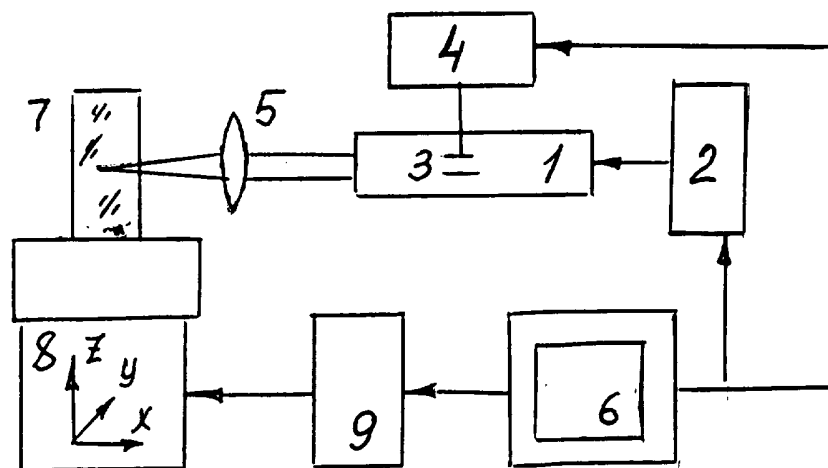


FIG 1

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/RU 95/00235

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER <p align="center">IPC6 : C03C 23/00</p> <p>According to International Patent Classification (IPC) or to both national classification and IPC</p>				
B. FIELDS SEARCHED <p>Minimum documentation searched (classification system followed by classification symbols)</p> <p align="center">IPC6 : C03C 17/00, 23/00</p> <p>Documentation searched other than minimum documentation to the extent that such documents are included in the fields searched</p> <p align="center">DD</p> <p>Electronic data base consulted during the international search (name of data base and, where practicable, search terms used)</p>				
C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT				
<p>Category*</p>	<p>Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages</p>	<p>Relevant to claim No.</p>		
<p>A</p>	<p>SU, A, 321422 (AGADZHANOV V.V. et al), 18 January 1972 (18.01.72)</p>	<p>1</p>		
<p>A</p>	<p>SU,A1, 1620428 (NAUCHNO-ISSLEDOVATELSKY INSTITUT PRIKLADNYKH FIZICHESKIKH PROBLEM IM. A.N. SEVCHENKO), 15 January 1991 (15.01.91)</p>	<p>1</p>		
<p>A</p>	<p>DD, B1, 200251 (AKADEMIE DER WISSENSCHAFTEN DER DDR), 06 April 1983 (06.04.83)</p>	<p>1</p>		
<p><input type="checkbox"/> Further documents are listed in the continuation of Box C. <input type="checkbox"/> See patent family annex.</p>				
<p>* Special categories of cited documents:</p> <table style="width:100%; border:none;"> <tr> <td style="width:50%; border:none;"> <p>“A” document defining the general state of the art which is not considered to be of particular relevance</p> <p>“E” earlier document but published on or after the international filing date</p> <p>“L” document which may throw doubts on priority claim(s) or which is cited to establish the publication date of another citation or other special reason (as specified)</p> <p>“O” document referring to an oral disclosure, use, exhibition or other means</p> <p>“P” document published prior to the international filing date but later than the priority date claimed</p> </td> <td style="width:50%; border:none;"> <p>“T” later document published after the international filing date or priority date and not in conflict with the application but cited to understand the principle or theory underlying the invention</p> <p>“X” document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered novel or cannot be considered to involve an inventive step when the document is taken alone</p> <p>“Y” document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered to involve an inventive step when the document is combined with one or more other such documents, such combination being obvious to a person skilled in the art</p> <p>“&” document member of the same patent family</p> </td> </tr> </table>			<p>“A” document defining the general state of the art which is not considered to be of particular relevance</p> <p>“E” earlier document but published on or after the international filing date</p> <p>“L” document which may throw doubts on priority claim(s) or which is cited to establish the publication date of another citation or other special reason (as specified)</p> <p>“O” document referring to an oral disclosure, use, exhibition or other means</p> <p>“P” document published prior to the international filing date but later than the priority date claimed</p>	<p>“T” later document published after the international filing date or priority date and not in conflict with the application but cited to understand the principle or theory underlying the invention</p> <p>“X” document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered novel or cannot be considered to involve an inventive step when the document is taken alone</p> <p>“Y” document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered to involve an inventive step when the document is combined with one or more other such documents, such combination being obvious to a person skilled in the art</p> <p>“&” document member of the same patent family</p>
<p>“A” document defining the general state of the art which is not considered to be of particular relevance</p> <p>“E” earlier document but published on or after the international filing date</p> <p>“L” document which may throw doubts on priority claim(s) or which is cited to establish the publication date of another citation or other special reason (as specified)</p> <p>“O” document referring to an oral disclosure, use, exhibition or other means</p> <p>“P” document published prior to the international filing date but later than the priority date claimed</p>	<p>“T” later document published after the international filing date or priority date and not in conflict with the application but cited to understand the principle or theory underlying the invention</p> <p>“X” document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered novel or cannot be considered to involve an inventive step when the document is taken alone</p> <p>“Y” document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered to involve an inventive step when the document is combined with one or more other such documents, such combination being obvious to a person skilled in the art</p> <p>“&” document member of the same patent family</p>			
<p>Date of the actual completion of the international search</p> <p align="center">29 May 1996 (29.05.96)</p>	<p>Date of mailing of the international search report</p> <p align="center">29 May 1996 (29.05.96)</p>			
<p>Name and mailing address of the ISA/ RU</p>	<p>Authorized officer</p>			
<p>Facsimile No.</p>	<p>Telephone No.</p>			

ОТЧЕТ О МЕЖДУНАРОДНОМ ПОИСКЕ

Международная заявка №

PCT/RU 95/00235

А. КЛАССИФИКАЦИЯ ПРЕДМЕТА ИЗОБРЕТЕНИЯ:

C03C 23/00

Согласно международной патентной классификации (МПК-6)

В. ОБЛАСТИ ПОИСКА:

Проверенный минимум документации (система классификации и индексы) МПК-6

C03C 17/00, 23/00

Другая проверенная документация в той мере, в какой она включена в поисковые подборки:

DD

Электронная база данных, использовавшаяся при поиске (название базы и, если возможно, поисковые термины):

С. ДОКУМЕНТЫ, СЧИТАЮЩИЕСЯ РЕЛЕВАНТНЫМИ

Категория	Ссылки на документы с указанием, где это возможно, релевантных частей	Относится к пункту №
A	SU, A, 321422 (АГАДЖАНОВ В.В. и другие), 18 января 1972 (18.01.72)	1
A	SU, A1, 1620428 (НАУЧНО-ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ ИНСТИТУТ ПРИКЛАДНЫХ ФИЗИЧЕСКИХ ПРОБЛЕМ ИМ. А.Н.СЕВЧЕНКО), 15 января 1991 (15.01.91)	1
A	DD, B1, 200251 (AKADEMIE DER WISSENSCHAFTEN DER DDR), 06 апреля 1983 (06.04.83)	1

последующие документы указаны в продолжении графы С.

данные о патентах-аналогах указаны в приложении

* Особые категории ссылочных документов:

"А" документ, определяющий общий уровень техники

"Е" более ранний документ, но опубликованный на дату международной подачи или после нее

"О" документ, относящийся к устному раскрытию, экспонированию и т.д.

"Р" документ, опубликованный до даты международной подачи, но после даты испрашиваемого приоритета

"Т" более поздний документ, опубликованный после даты приоритета и приведенный для понимания изобретения

"Х" документ, имеющий наиболее близкое отношение к предмету поиска, порочащий новизну и изобретательский уровень

"У" документ, порочащий изобретательский уровень в сочетании с одним или несколькими документами той же категории

"&" документ, являющийся патентом-аналогом

Дата действительного завершения международного поиска

29 мая 1996 (29.05.96)

Дата отправки настоящего отчета о международном

поиске 29 мая 1996 (29.05.96)

Наименование и адрес Международного поискового органа:

Всероссийский научно-исследовательский институт
институт государственной патентной экспертизы,
Россия, 121858, Москва, Бережковская наб., 30-1

Факс: 243-3337, телетайп: 114818 ПОДАЧА

Уполномоченное лицо:

Г. Буровцева

Телефон №: (095)240-5888