



República Federativa do Brasil
Ministério da Indústria, Comércio Exterior
e Serviços
Instituto Nacional da Propriedade Industrial

(21) BR 102016004487-1 A2

(22) Data do Depósito: 29/02/2016

(43) Data da Publicação: 05/09/2017



(54) Título: PROCESSO DE BENEFICIAMENTO DE MATERIAL GEMOLÓGICO ATRAVÉS DA GRAVAÇÃO POR LASER CO2

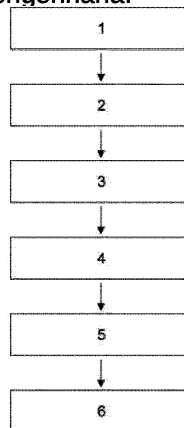
(51) Int. Cl.: B44B 7/00; A44C 17/00; A44C 27/00

(52) CPC: B44B 7/007,A44C 17/00,A44C 27/00

(73) Titular(es): UNIVERSIDADE FEDERAL DO RIO GRANDE DO SUL

(72) Inventor(es): MARIANA KUHL CIDADE; FELIPE LUIS PALOMBINI; LAUREN DA CUNHA DUARTE

(57) Resumo: A presente invenção descreve um processo de beneficiamento de material gemológico, através da gravação de desenhos por meio do uso de laser CO2, com parâmetros de equipamento tais como potência, velocidade, ajuste vertical para foco, configurações de exportação de arquivos, otimizados para a reprodução de formas simples e/ou complexas, compostas por linhas e/ou curvas, contornadas e/ou preenchidas. A presente invenção se situa nos campos de design, joalheria, materiais, gemologia e engenharia.



PROCESSO DE BENEFICIAMENTO DE MATERIAL GEMOLÓGICO ATRAVÉS DA GRAVAÇÃO
POR LASER CO₂

Campo da Invenção

[0001] A presente invenção descreve um processo de beneficiamento de material gemológico através da gravação por laser CO₂, com parâmetros de equipamento tais como potência, velocidade, ajuste vertical para foco, configurações de exportação de arquivos, otimizados para a reprodução de formas simples e/ou complexas, compostas por linhas e/ou curvas, contornadas e/ou preenchidas. A presente invenção se situa nos campos de design, joalheria, materiais, gemologia e engenharia.

Antecedentes da Invenção

[0002] A joalheria tem seu desenvolvimento juntamente com a evolução da tecnologia e com as mudanças na arte, moda, sociedade e aspectos culturais. As formas de processar as diversas matérias-primas estão sendo refinadas com o passar dos séculos. No contexto vivido atualmente, o designer tem papel fundamental na criação e escolha do melhor modo de produção das joias. Os processos tecnológicos somente serão eficazes quando possuírem um objetivo claro e específico, aliando à concepção e à fabricação de peças como um sistema definido e orientado pelo seu criador. O designer tem como função principal utilizar a tecnologia disponível de modo eficiente, onde a liberdade de criação é potencialmente aumentada, visto à facilidade gerada pelas tecnologias. O processo artístico não pode ser esquecido, e sim ser desempenhado em conjunto com as inovações disponíveis de forma harmoniosa, pois a joia é um produto com apelo estético e funcional. A tecnologia é simplesmente o meio facilitador e inovador de materializar produtos com elevado nível de precisão e detalhamento.

[0003] Nos últimos anos ocorreram grandes mudanças no cenário mundial. O crescimento econômico devido à globalização, entre muitos fatores, gera uma evolução nos conceitos de mercado, implicando várias mudanças em todos os

setores industriais. O Brasil possui o 29º lugar na produção de joias, e o 18º como exportador de minerais, segundo dados do Instituto Brasileiro de Gemas e Metais Preciosos (IBGM, 2005). Com todas estas mudanças através dos anos, o mercado está buscando adequar a cada dia aos processos tecnológicos para continuar se desenvolvendo. O Brasil é considerado uma das maiores províncias gemológicas, sendo o estado do Rio Grande do Sul, um dos maiores produtores de ágata e ametista (JUCHEM et al., 2010; IBGM, 2005). O estado responde por 20% das exportações brasileiras de minerais e joias, com um montante equivalente a US\$ 47 milhões anuais (IBGM, 2005).

[0004] Apesar da valorização dos materiais gemológicos do Rio Grande do Sul pelo comércio externo, as indústrias do estado usualmente utilizam de maneira discreta esses materiais no desenvolvimento de produtos inovadores e diferenciados (CIDADE et al., 2012). Os mesmos são geralmente utilizados para o desenvolvimento de objetos de decoração ou exportados em bruto para outros estados e países, como China, Índia, Itália e Alemanha (SCHUMANN, 2006). Nestes destinos, os materiais são beneficiados e, por vezes, retornam para ser comercializados com valor agregado (CIDADE et al., 2011).

[0005] A grande maioria dos produtos beneficiados comercializados, na cidade de Soledade, no Rio Grande do Sul, é proveniente de variações de ágata tingidas, através de objetos ornamentais e artefatos decorativos, tais como joias, bijuterias, móveis, relógios, entre outros. Entretanto, todos os produtos comercializados carecem de aprimoramentos estéticos, através de aplicações de padrões e formas, simples e/ou complexas, nas superfícies cortadas da gema. Estas aplicações trariam distinções às peças, permitindo a criação de artefatos diferenciados, com um nível estético que agregaria muito mais valor.

[0006] Na busca pelo estado da técnica em literaturas científica e patentária, foram encontrados os seguintes documentos que tratam sobre o tema:

[0007] O documento PI0906564-4 descreve o processo de beneficiamento de materiais gemológicos, inclusive a ágata, através da tecnologia CNC. Na solução proposta, após obtenção de um desenho a ser usinado, seja gerado

via software ou via escaneamento 3D, o mesmo é usinado no material gemológico, porém este método quando utilizado para gravação gera muito resíduo sólido da gema trabalhada, o que gera uma perda de valor do produto final.

[0008] O documento IL93426 descreve um sistema e um processo do beneficiamento de gemas de alto valor, como diamante e esmeralda, através da utilização de um feixe de radiação eletromagnética altamente colimada, com comprimentos de onda específicos, porém este sistema não é viável para processamento de gemas de menor valor, pois é um processo que apresenta elevado custo de implementação.

[0009] O documento US20070005486 descreve um processo de verificação, rotulagem e classificação de gemas caras, como diamantes e outras. Tais gemas necessitam de identificação para registro de procedência e autenticidade e, deste modo, o invento trata do processo de gravação específico. O processo descrito mostra todas as etapas de gravação das gemas para sua posterior identificação, porém o método de gravação utilizado serve apenas para identificação das gemas, ou seja, o mesmo não é capaz de reproduzir desenhos requeridos, com qualquer tipo de apresentação visual.

[0010] O documento US20020134769 descreve um sistema de gravação de gemas que utiliza uma unidade óptica sensível para detectar distância entre a gema e o laser e controlar sua posição para o melhor ajuste focal. A utilização deste sistema para gravação de matérias de superfícies planas se torna um sistema complexo, pois a superfície não apresenta variações e não há necessidade da alteração da posição do laser.

[0011] Assim, do que se depreende da literatura pesquisada, não foram encontrados documentos antecipando ou sugerindo os ensinamentos da presente invenção, de forma que a solução aqui proposta possui novidade e atividade inventiva frente ao estado da técnica.

Sumário da Invenção

[0012] Dessa forma, a presente invenção tem por objetivo resolver os problemas constantes no estado da técnica a partir de um processo inovador, rápido, flexível e altamente preciso no beneficiamento de materiais gemológicos, graças à utilização da tecnologia laser CO₂ na gravação em material gemológico ágata, na reprodução de formas simples e/ou complexas, compostas por linhas e/ou curvas, contornadas e/ou preenchidas. A utilização da tecnologia laser CO₂ representa a possibilidade de um grande avanço na valorização de peças de materiais gemológicos comercializadas, de modo a agregar valor e padrões estéticos às mesmas, e permitir a replicação, padronização e, inclusive, a customização das formas gravadas, com grande rapidez, precisão e acabamento.

[0013] Em um objeto, a presente invenção apresenta um processo de beneficiamento de material gemológico utilizando gravação a laser CO₂ na reprodução de desenhos, compreendendo as seguintes etapas:

- a. preparação do material gemológico;
- b. definição de desenho bidimensional vetorial;
- c. determinação de espaçamento e espessuras de linha do desenho bidimensional vetorial;
- d. exportação do desenho para o equipamento de gravação a laser CO₂;
- e. configuração de equipamento de gravação a laser CO₂; e
- f. execução da gravação a laser CO₂.

[0014] O conceito inventivo comum a todos os contextos de proteção reivindicados se refere a um processo de gravação de desenho em materiais gemológicos, como a ágata, através da utilização de laser CO₂ com parâmetros de espaçamento e espessuras de linha, exportação de desenhos, velocidade, potência e ajuste vertical de foco da gravação.

[0015] Estes e outros objetos da invenção serão imediatamente valorizados pelos versados na arte e pelas empresas com interesses no segmento, e serão descritos em detalhes suficientes para sua reprodução na descrição a seguir.

Breve Descrição da Figura

[0016] Com o intuito de melhor definir e esclarecer o conteúdo do presente pedido de patente, a figura seguinte é apresentada:

[0017] A figura 1 mostra o fluxograma das etapas do processo de gravação a laser CO₂ no material gemológico ágata, na reprodução de formas simples e/ou complexas, compostas por linhas e/ou curvas, contornadas e/ou preenchidas, assim descritas: (1) representa a preparação do material gemológico (corte, tingimento e polimento); (2) a criação de desenhos em software bidimensional vetorial; (3) a determinação de espaçamento e espessuras em software bidimensional vetorial; (4) a exportação do desenho criado para o equipamento de gravação a laser CO₂; (5) a definição de parâmetros de gravação a laser CO₂ no equipamento; (6) execução da gravação a laser CO₂.

Descrição Detalhada da Invenção

[0018] As descrições que se seguem são apresentadas a título de exemplo e não limitativas ao escopo da invenção e farão compreender de forma mais clara o objeto do presente pedido de patente.

[0019] Em um primeiro objeto a presente invenção apresenta um processo de beneficiamento do material gemológico ágata, através de gravação a laser CO₂, na reprodução de formas simples e/ou complexas, compostas por linhas e/ou curvas, contornadas e/ou preenchidas. Preferencialmente, o presente processo permite a produção de objetos ornamentais e artefatos decorativos, tais como joias, bijuterias, móveis, relógios, entre outros, com uma grande precisão, rapidez e flexibilidade.

[0020] As formas ornamentais, simples e/ou complexas, compostas por linhas e/ou curvas, contornadas e/ou preenchidas, que são gravadas nos produtos de ágata são desenhadas com o auxílio de um software bidimensional vetorial. Posteriormente, estes dados são exportados ao software do equipamento de gravação a laser CO₂, no qual são ajustados os parâmetros disponíveis no equipamento para o melhor resultado, conforme os desenhos e a ágata a ser gravada.

[0021] O processo de beneficiamento de objetos ornamentais e artefatos decorativos de ágata, através da gravação a laser CO₂, desenvolvido na presente invenção e apresentado na Figura 1, compreende as seguintes etapas:

1) preparação do material gemológico (corte, tingimento e polimento)

[0022] Para o beneficiamento do material gemológico ágata, os geodos são previamente selecionados por tipo de preenchimento e dimensão, e lavados para a retirada do excesso de material existente. Logo após, passam pelo setor de corte de geodos, onde em tal subetapa o material é serrado em chapas planas de espessuras variadas, usando-se preferencialmente espessura entre 2 e 6mm. Os processos de corte são tradicionais e efetuados em máquinas automatizadas, a partir de serras circulares diamantadas com refrigeração feita por água, óleo marítimo ou biodiesel. Após o corte, as chapas são enviadas ao setor de limpeza para a remoção da película de óleo oriunda do corte. Assim, as chapas são lavadas em água corrente com o uso de detergentes industriais, ácidos ou soda quente, e seca com o auxílio de estufas industriais.

[0023] Para o processo de tingimento, são utilizados dois tipos de corantes, os inorgânicos e os orgânicos sintéticos. Para o processo de tingimento inorgânico, a ágata é imersa em uma solução que contém íons metálicos, onde após impregnarem os poros do material, são submetidos a uma reação química com a finalidade de convertê-los em um composto colorido e insolúvel. Já o processo de coloração orgânico é basicamente caracterizado pela imersão do material gemológico em soluções alcoólicas de corantes (anilinas) por um período de três a cinco dias para a penetração das moléculas no material.

[0024] Posteriormente ao tingimento das chapas, são realizadas as etapas de lixamento e polimento para a retirada de riscos e possíveis marcas da serra circular. O acabamento é realizado com a utilização de lixas contínuas contendo grãos abrasivos de carbureto de silício, movimentadas com o uso de motor elétrico. Ainda, para o lixamento e polimento são utilizadas lixas de granulometrias diversas, onde as chapas de ágata são pressionadas manualmente contra a lixa visando ao desbaste.

2) criação de desenhos em software bidimensional vetorial

[0025] Depois de preparado o material gemológico ágata para ser beneficiado com gravação a laser CO₂ no presente processo (1), parte-se para a etapa de criação dos desenhos que serão gravados no material. Estes desenhos são representados por formas simples e/ou complexas, compostas por linhas e/ou curvas, contornadas e/ou preenchidas.

[0026] Para aplicação da gravação a laser CO₂, os desenhos são criados com o uso de software bidimensional vetorial de modo que sejam geradas coordenadas numéricas, sobre a forma de dados, de cada parte do desenho gerado. Os desenhos gerados em software bidimensional vetorial são processados matematicamente como pontos, os quais pertencem às linhas e/ou curvas desenvolvidas. Desse modo, as formas simples e/ou complexas, compostas por linhas e/ou curvas, contornadas e/ou preenchidas permitem ser transmitidas sem perda de qualidade e permitindo, inclusive, dimensionamento para ocupar áreas maiores ou menores. Por software bidimensional vetorial entende-se o uso de primitivas geométricas, como pontos, linhas, curvas e formas, todos os quais são baseados em expressões matemáticas, para representar imagens em computação gráfica.

[0027] Paralelamente à etapa de criação de desenhos representados por formas simples e/ou complexas, compostas por linhas e/ou curvas, contornadas e/ou preenchidas, é preciso escolher qual ágata será processada e com o objetivo de gerar quais objetos ornamentais ou artefatos decorativos, tais como joias, bijuterias, móveis, relógios, entre outros, serão manufaturados. Para a gravação a laser CO₂, é necessário, também, selecionar as amostras a serem gravadas quanto à presença de quartzo macrocristalino. Na presença deste, a gravação a laser CO₂ apresenta defeitos, deixando o resultado não uniforme e impreciso. Sua identificação dá-se de forma visual, ao apresentar uma região de coloração esbranquiçada com aspecto cristalino.

3) determinação de espaçamento e espessuras em software bidimensional vetorial

[0028] Com a seleção do tipo de ágata que será processada (1 e 2), bem como o respectivo desenho que será gravado a laser CO₂ (2), parte-se para as definições de dimensões gerais do desenho relativas ao material escolhido. O material a ser trabalhado tem suas dimensões mensuradas e transportas para o software bidimensional vetorial.

[0029] Após definidas as dimensões gerais do desenho criado, suas formas simples e/ou complexas, compostas por linhas e/ou curvas, contornadas e/ou preenchidas, são padronizadas conforme os seguintes parâmetros de espaçamento e espessuras em software bidimensional vetorial:

[0030] Para a criação de linhas paralelas próximas, o espaçamento entre as mesmas é definido no software bidimensional vetorial como 0,2 mm. Neste parâmetro é possível a criação de linhas paralelas com tal proximidade que permita a clara distinção uma da outra, a olho nu. Devido à espessura da linha gravada a partir do feixe laser CO₂, esta distância é delimitada na criação do desenho, para que haja boa distinção entre linhas paralelas.

[0031] Para a criação de curvas paralelas próximas, o espaçamento entre as mesmas é definido no software bidimensional vetorial como 0,2 mm. Da mesma forma que nas linhas paralelas, neste parâmetro é possível a criação de curvas paralelas com tal proximidade que permita a clara distinção uma da outra, a olho nu.

[0032] Para a criação de formas fechadas poligonais paralelas próximas, o espaçamento entre as mesmas é definido no software bidimensional vetorial como 0,3 mm. Como formas fechadas possuem uma maior concentração de zona afetada pelo calor, o parâmetro do melhor espaçamento é definido para que as formas apresentem a melhor definição a olho nu.

[0033] Para a criação de formas fechadas curvilíneas paralelas próximas, o espaçamento entre as mesmas precisa ser definido no software bidimensional vetorial como 0,3 mm. Da mesma maneira que nas formas fechadas poligonais, neste tipo de desenho há uma maior concentração de zona afetada pelo calor, exigindo o espaçamento específico para a melhor definição a olho nu. Com esse parâmetro de gravação de formas fechadas curvilíneas, o resultado

apresentará uniformidade, sem a presença de rugosidades pela percepção tátil e sem interferências da zona afetada pelo calor.

[0034] Para a criação de formas preenchidas, isto é, nas quais seu interior é totalmente preenchido pela ação do laser CO₂, o parâmetro otimizado, no software bidimensional vetorial, é de ocupar o espaço desejado para preenchimento com linhas paralelas com espaçamento de 0,1 mm entre as mesmas. Visualmente, o efeito transmitido é o de uma forma com seu interior totalmente preenchido pela gravação do laser CO₂, sem a distinção visual das linhas a olho nu.

[0035] Assim, com estes parâmetros, a proximidade das linhas gravadas pelo laser CO₂ apresenta uniformidade, com um preenchimento homogêneo, sem rugosidades pela percepção tátil e sem interferências da zona afetada pelo calor.

4) exportação do desenho criado para o equipamento de gravação a laser CO₂

[0036] Após a definição do desenho a ser gravado a laser CO₂ (2) bem como todos os parâmetros de espaçamento mínimo, formas e preenchimentos (3), parte-se para a etapa de transmitir estes dados ao equipamento. Ao ser produzido no software vetorial bidimensional, o desenho precisa ser exportado em uma extensão compatível com o software do equipamento laser CO₂, com parâmetros específicos para garantir a melhor qualidade do desenho criado. A extensão compatível com o software do equipamento laser CO₂ é a PLT (Arquivo de plotadora HPGL), com configurações no formato avançado, com resolução de curvatura de 0,01 mm. Nesta extensão, as espessuras das linhas são desprezadas, sendo transmitida somente a sequência matemática de pontos correspondentes aos traçados e aos espaçamentos do desenho. Estes pontos, por sua vez, são seguidos pelo software do equipamento laser CO₂, para execução da gravação. Com este parâmetro, o desenho gerado permanece com suas formas mais bem definidas, sem a presença de arestas em seu traçado, garantindo o melhor resultado visual. A extensão PLT para gravação de formas preenchidas é cerca de 4 vezes mais rápida, além de

gravações mais precisas e uniformes que com outros tipos de extensão de exportação de arquivos (CIDADE, 2016).

5) definição de parâmetros para a gravação a laser CO₂ no equipamento

[0037] Para definição destes parâmetros, foi utilizado um equipamento laser CO₂ dopado com N₂, com sistema galvanométrico. O processo de configuração do equipamento laser CO₂ inicia com a escolha da lente a ser utilizada no processo de gravação. Para o desenho com a melhor definição no material gemológico ágata, no equipamento de gravação é utilizada uma lente convexo-côncava de 10 cm x 10 cm (100 cm²). Com esta lente a intensidade do feixe laser CO₂ é concentrada e melhor definida, mesmo com a área de trabalho reduzida.

[0038] A partir da escolha da lente, a distância da mesma ao material a ser gravado precisa ser específica, devido ao foco do laser, que necessita de maior precisão para o melhor resultado. Para isto, inicia-se o processo medindo a espessura do objeto de ágata que será gravado, de modo que a face que sofre a ação do laser encontre-se a uma distância de 58 mm, para o resultado otimizado de gravação, ou seja, a superfície na qual é incidido o feixe do laser é posicionada a 58 mm da lente do equipamento de gravação. Para regular esta distância, a mesa de trabalho, em uma exemplificação, tem sua altura regulada eletronicamente com botões e verificada com o auxílio de uma régua fixa, em que ambos estão presentes no equipamento.

[0039] Para iniciar o carregamento dos dados do desenho gerado no software bidimensional vetorial, é iniciado o software do equipamento de gravação laser CO₂. A primeira opção a ser selecionada é o tipo de lente a ser usada no processo, 10 cm x 10 cm (100 cm²). Após, o arquivo com extensão PLT com o desenho criado é aberto no software do equipamento. São selecionados, então, os parâmetros velocidade e potência de gravação a laser CO₂. A velocidade deve ser configurada para 30 m/min e a potência máxima para 60 W, para o melhor resultado de traçado.

6) execução da gravação a laser CO₂.

[0040] Com todos os parâmetros definidos no material a ser gravado (1 e 2) e no desenho (3), com a exportação de modo correto (4), posicionamento da amostra e a configuração de equipamento a laser CO₂ (5), a gravação pode ser executada (6).

[0041] Nos experimentos realizados, a ágata, um material gemológico muito utilizado em objetos ornamentais ou artefatos decorativos, tais como joias, bijuterias, móveis, relógios, entre outros, obteve bons resultados no processo inovador de gravação a laser CO₂, uma vez seguido as devidas padronizações do presente pedido de patente de processo.

[0042] Além das inovações observadas, este processo de gravação a laser CO₂ na ágata pode vir a agregar valor tanto para indústrias de objetos ornamentais e artefatos decorativos quanto para beneficiadoras de materiais gemológicos.

[0043] O laser (*Light Amplified by Stimulated Emission Radiation*) é caracterizado basicamente como um processo tecnológico rápido e muito eficaz, com alto grau de detalhamento nas peças a serem gravadas (BAGNATO, 2008; HECHT & TERESI, 1998). Seu processo dá-se através de milhões de pontos que, unidos, reproduzem a forma do objeto a ser gravado. Na gravação, o laser aquece, funde, vaporiza, solidifica e vitrifica o material nos locais delimitados eletronicamente por software (DUARTE et al., 2010; THOMPSON, 2011). Segundo Zhou e Mahdavian (2004), toda a energia do laser é absorvida pelo material e toda a energia absorvida é convertida em calor.

[0044] O meio ativo para a geração da radiação é de CO₂ dopado com nitrogênio. A movimentação do feixe funciona com sistema galvanométrico e as áreas de trabalho das máquinas possuem limitações devido aos tipos de lentes acopladas. A gravação ocorre na ágata pelo aquecimento, fusão, vaporização, solidificação e vitrificação localizados, produzindo um material de coloração branca em um espaço de tempo restrito, de cerca centésimos de segundo (DUARTE et al., 2010; CIDADE et al., 2014). As dimensões e a distribuição da porosidade gerada são resultantes das variações de parâmetros inseridos no

software do equipamento laser CO₂: velocidades e potências a que as amostras são submetidas considerando as lentes utilizadas; bem como os parâmetros de espaçamento estabelecidos para cada tipo de desenho.

[0045] Devido ao processo de gravação a laser CO₂ aquecer o material a altas temperaturas, o calor acaba por atingir zonas periféricas às regiões gravadas. Estas regiões são conhecidas por zonas afetadas pelo calor que, mesmo com intensidade menor, acabam também sendo interferidas pelos efeitos do laser. Desse modo, é necessária a determinação de parâmetros especiais para contornar os efeitos visuais decorrentes desta região. Já a velocidade e potência de gravação também precisam ser bem determinadas para evitar a presença de fraturas de expansão térmica nas gravações.

[0046] Outro parâmetro do equipamento de gravação a laser CO₂, a ser ajustado conforme o tipo de material e desenho a ser processado, são as lentes acopladas. As lentes utilizadas são do tipo convexo-côncava, ou seja, uma das superfícies é esférico-convexa e a outra esférico-côncava. As lentes convexo-côncavas mais utilizadas são as de 10 cm x 10 cm (100 cm²), 20 cm x 20 cm (400 cm²) e 30 cm x 30 cm (900 cm²), as quais influenciam a área de gravação, a intensidade do feixe laser CO₂, a potência necessária para a emissão do feixe e a colimação, isto é, a propriedade de alinhar as partículas de feixes, para um resultado mais preciso.

[0047] A partir deste processo é possível agregar valor ao material gemológico, não sendo necessária a utilização de mão de obra altamente especializada, pois o processo de gravação é automatizado, sendo ainda, um processo de baixo custo e alta velocidade em comparação com o estado da técnica.

[0048] Os versados na arte valorizarão os conhecimentos aqui apresentados e poderão reproduzir a invenção nas modalidades apresentadas e em outras variantes, abrangidas no escopo das reivindicações anexas.

Reivindicações

1. PROCESSO DE BENEFICIAMENTO DE MATERIAL GEMOLÓGICO, **caracterizado por** utilizar gravação a laser CO₂ na reprodução de desenhos, compreendendo as seguintes etapas:

- a. preparação do material gemológico;
- b. definição de desenho bidimensional vetorial;
- c. determinação de espaçamento e espessuras de linha do desenho bidimensional vetorial;
- d. exportação do desenho para o equipamento de gravação a laser CO₂;
- e. configuração de equipamento de gravação a laser CO₂; e
- f. execução da gravação a laser CO₂

2. PROCESSO de acordo com a reivindicação 1, **caracterizado pelo** fato do equipamento laser CO₂ ser do tipo galvanométrico

3. PROCESSO de acordo com a reivindicação 1, **caracterizado pelo** fato do material gemológico ser do tipo ágata

4. PROCESSO de acordo com as reivindicações 1 e 3, **caracterizado pelo** fato da etapa de preparação do material gemológico compreender uma subetapa de corte do material gemológico em forma de chapas planas de espessura variadas, preferencialmente entre 2 e 6mm

5. PROCESSO de acordo com as reivindicações 3 e 4, **caracterizado pelo** fato da etapa de preparação do material gemológico ser realizada em máquinas de corte, a partir de serras circulares diamantadas com refrigeração feita por ao menos um entre:

- água;
- óleo marítimo; ou
- biodiesel

6. PROCESSO de acordo com a reivindicação 1, **caracterizado pelo** fato dos parâmetros de espaçamento e espessuras de linha em software bidimensional vetorial serem definidos por:

- a. linhas paralelas próximas, com espaçamento de 0,2 mm;
- b. curvas paralelas próximas, com espaçamento de 0,2 mm;
- c. formas fechadas poligonais paralelas próximas, com espaçamento de 0,3 mm;
- d. formas fechadas curvilíneas paralelas próximas, com espaçamento de 0,3 mm

7. PROCESSO de acordo com as reivindicações 1 e 6, **caracterizado pelos** parâmetros de espaçamento em software bidimensional vetorial para a criação de formas preenchidas, através de linhas paralelas, com espaçamento de 0,1 mm

8. PROCESSO de acordo com as reivindicações 1, 6 e 7, **caracterizado pelo** modo de exportação ser do tipo PLT (Arquivo de plotadora HPGL)

9. PROCESSO de acordo com as reivindicações 1, 6, 7 e 8, **caracterizado pelo** modo de exportação do tipo PLT (Arquivo de plotadora HPGL) possuir resolução de curvatura de 0,01 mm

10. PROCESSO de acordo com as reivindicações 1 e 2, **caracterizado pelo** fato do equipamento de gravação compreender uma lente disposta a uma distância de 58 mm da face que sofre ação do laser

11. PROCESSO de acordo com as reivindicações 1, 2 e 10, **caracterizado pelo** fato da lente do equipamento de gravação ser do tipo convexo-côncava.

12. PROCESSO de acordo com as reivindicações 1, 2, 10 e 11, **caracterizado pela** lente do equipamento de gravação compreender dimensões de área de 10 cm x 10 cm (100 cm²)

13. PROCESSO de acordo com as reivindicações 1, 2, 10, 11 e 12, **caracterizado pela** velocidade de gravação ser de 30 m/min

14. PROCESSO de acordo com as reivindicações 1, 2, 10, 11, 12 e 13, **caracterizado pela** potência de gravação ser de 60 W

FIGURA

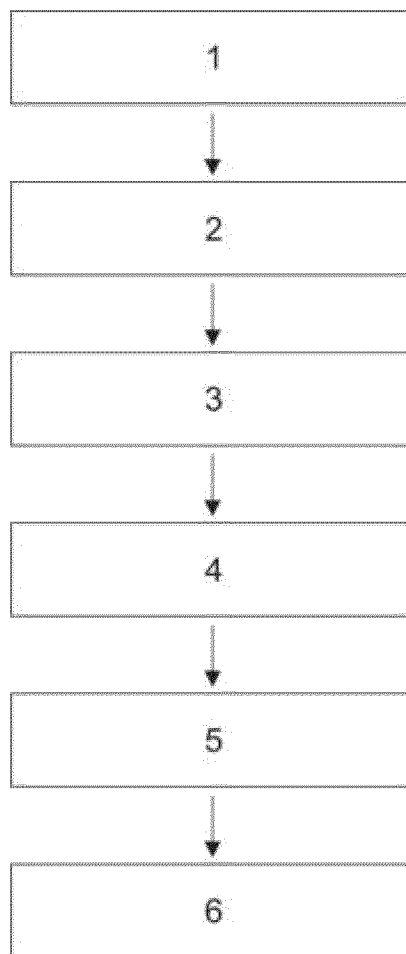


Figura 1

Resumo**PROCESSO DE BENEFICIAMENTO DE MATERIAL GEMOLÓGICO ATRAVÉS DA GRAVAÇÃO
POR LASER CO₂**

A presente invenção descreve um processo de beneficiamento de material gemológico, através da gravação de desenhos por meio do uso de laser CO₂, com parâmetros de equipamento tais como potência, velocidade, ajuste vertical para foco, configurações de exportação de arquivos, otimizados para a reprodução de formas simples e/ou complexas, compostas por linhas e/ou curvas, contornadas e/ou preenchidas. A presente invenção se situa nos campos de design, joalheria, materiais, gemologia e engenharia.