

CONSTRUÇÃO DE LENTES DE GERMÂNIO***

V. BARANAUSKAS* e P.J. TATSCH

LED**/FEC/UNICAMP

1. INTRODUÇÃO

Frequentemente em trabalhos de Física Aplicada ou Instrumentação surge a necessidade da obtenção rápida de elementos ópticos simples. O mercado internacional possui vários fornecedores, mas, fatores como custo ou demora de importação causam empecilhos temporariamente intransponíveis.

Neste trabalho procuramos divulgar uma técnica semi-artesanal desenvolvida para a construção de elementos fotônicos de alta qualidade para a radiação laser de CO_2 , utilizando apenas máquinas de usinagem convencionais.

2. NECESSIDADES GEOMÉTRICAS DE LENTES E ESPELHOS

2.1. LENTES

O material mais comumente empregado na fabricação de lentes para radiação laser de CO_2 é o Germânio, devido ao seu baixo coeficiente de absorção, alta condutividade térmica, higroscopia desprezível e preço razoável. O Germânio entretanto, possui um alto índice de refração ($n=4,0$) em $\lambda = 10,6 \mu\text{m}$, e, portanto, a geometria para definição de lentes implica frequentemente em grandes raios de curvatura. Assim, por exemplo, uma lente fina plano convexa terá sua geometria definida por:

$$R = 3,0 f \quad (1.1)$$

onde: f - comprimento focal

R - raio da superfície convexa.

*Centro de Componentes Semicondutores (CCS/UNICAMP).

**Laboratório Associado ao CNPq.

***Trabalho financiado pelos Convênios: UNICAMP/TELEBRÁS 143/76 - FTPT 058/81 JDPQD e FINEP/FUNCAMP B 72.81.409.00.00.

Para, por exemplo, um comprimento focal $f = 300$ mm o raio de superfície convexa deve ser $R = 900$ mm. A confecção de um molde com esta dimensão é praticamente irrealizável em tornos mecânicos convencionais.

2.2. ESPELHOS

Para a cavidade Fabry-Perot do laser existe o mesmo problema, pois a geometria mais utilizada é a plano côncava ou a confocal. Em ambos os casos, os raios dos espelhos necessários são da ordem do comprimento da cavidade, que é da ordem de metros.

3. TÉCNICA EMPREGADA PARA CONSTRUÇÃO DOS MOLDES

A Fig. 1 apresenta dois esquemas possíveis de montagem em uma máquina fresadora comum, com possibilidade de geração de raios de curvatura grandes, côncavos ou convexos. O molde, após usinagem de suas dimensões externas no torno, é fixado na mesa horizontal da fresadora, diretamente nas placas de um divisor que permite a rotação manual da peça em torno do eixo vertical. O cabeçote da fresa, inclinado de um ângulo (θ), juntamente com o raio da ferramenta (r), determinam o raio de curvatura da superfície (R) através da relação:

$$\theta = \arcsen(r/R) \quad (1.2)$$

Quanto maior a relação (r/R), maior a precisão para definição de θ e portanto maior precisão do molde. Entretanto um raio de ferramenta (r) grande implica em vibrações mecânicas que impedem uma boa usinagem. Dimensões de (r) até 10 cm são perfeitamente possíveis, assim para $R = 1$ m, o ângulo $\theta = 5^{\circ}44'$ pode ser conseguido com ótima precisão.

Para $R = 10$ m, o ângulo $\theta = 34'$ já está bem próximo do limite de precisão da máquina ($\sim 10'$), mas este molde também pode ser realizado por aproximações iterativas. Dispondo-se de um esferômetro, ou medindo-se a cota da esfera com outro instrumento, pode-se tentativamente ajustar θ até se conseguir uma boa aproximação para R .

4. TÉCNICA EMPREGADA PARA O POLIMENTO

A Fig. 2 ilustra a montagem empregada para polimento das lentes. Fixa-se o molde diretamente na politriz e o disco de Germânio, com cera de abelha, em um suporte manual. A primeira etapa é o des

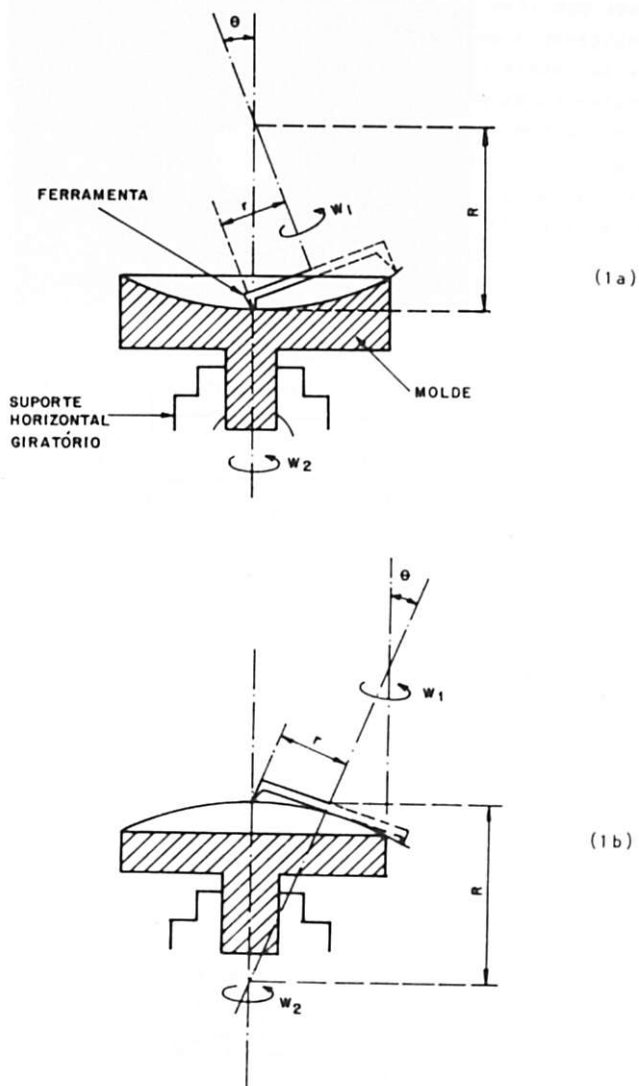


Fig. 1 - Geometria para geração de superfícies esféricas côncavas (1a) ou convexas (1b) no molde. (W_1 e W_2 são as velocidades de rotação da ferramenta e da rotação manual do molde, respectivamente).

basto com lixa d'água para geração da superfície convexa. A seguir, executa-se o polimento grosso e fino, segundo as etapas especificadas na Tabela 1. A qualidade e a rapidez do polimento dependem principalmente da perfícia do artesão. Com cuidado, conseguem-se riscos de no máximo 3 vezes o tamanho do grão. Assim a qualidade desta lente para radiação de $10,6 \mu\text{m}$ é da ordem de $\lambda/70$. A Fig. 3 mostra uma fotografia de um orifício com raio da ordem de 50 micra obtido em uma chapa de acrílico de 3 mm de espessura com a focalização de um feixe gaussiano TEM_{00} de aproximadamente 6 mm através de uma lente de Germânico com foco de 300 mm, construída com a tecnologia descrita no presente artigo.

Etapa	Tamanho do grão	Suspensão	Feltro	Rotação (r.p.m.)
Desbaste	15 μm	-	Lixa d'água nº 600	≈ 600
Polimento grosso	15 μm	óleo vermelho	Textmet	"
"	9 μm	"	"	"
"	6 μm	"	"	"
"	3 μm	óleo micrometh	microcloth	≈ 400
"	1 μm	"	"	"
Polimento fino	0,3 μm	água	"	manual
"	0,05 μm	água	"	manual

TABELA 1 - Etapas para desbaste e polimento das lentes.

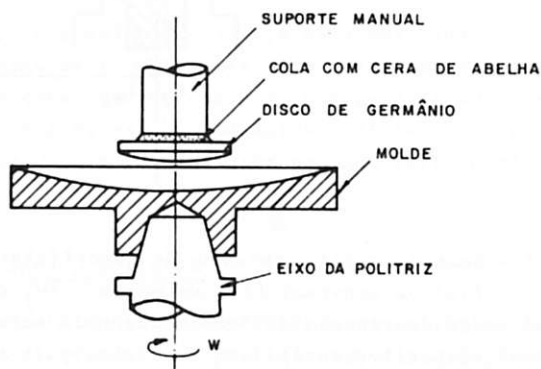


Fig. 2 - Adaptação do molde à politriz para a fabricação da lente.

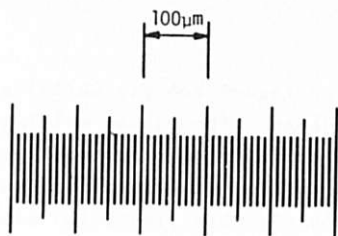
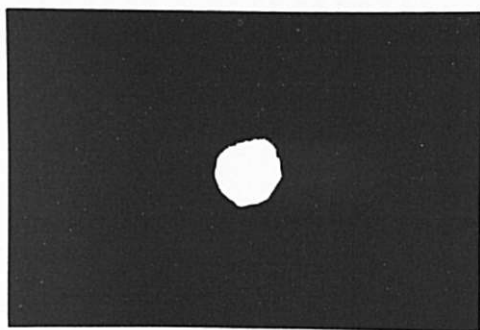


Fig. 3 - Furo obtido em chapa de acrílico com 3 mm de espessura colocada no plano focal de uma lente ($f = 300$ mm) construída segundo a técnica descrita no presente trabalho. A radiação incidente possuía um diâmetro gaussiano de aproximadamente 6 mm (TEM_{00}).

Esta sequência de polimento também pode ser empregada com sucesso para o Silício.

5. AGRADECIMENTOS

Somos gratos aos técnicos EDUARDO CARLOS GRECCO e ALCIR BECK pelas sugestões e discussões sobre os moldes, e a DANIEL ROSENO DA SILVEIRA pelas sugestões e dedicação ao trabalho de polimento.