

# Desenvolvimento de sistema de varredura de estruturas para coleta de espalhamento de sinais óticos baseado em layout

Bolsista Claudécir Ricardo Biazoli (CTI) [cbiazoli@cti.gov.br](mailto:cbiazoli@cti.gov.br)

## Resumo

*Desenvolvemos um sistema que é capaz de analisar a imagem de espalhamento de circuitos integrados fotônicos. Desta forma conseguir alcançar o estado da arte no desenvolvimento de chips fotônicos. Através da imagem de espalhamento somos capazes de determinar falhas e perdas óticas dos guias de onda, assim melhorar o processo de concepção.*

*Palavras-chave: Caracterização de material ótico, guias de onda de polímero SU-8, circuitos fotônicos integrados.*

## 1. Introdução

Embora muitos materiais (semicondutores, dielétricos e polímeros) possam ser empregados para desenvolver circuitos fotônicos integrados (PICs), apenas alguns foram empregados considerando a sinergia com a indústria de semicondutores eletrônicos e evoluíram para um ecossistema de fundições (instalações internas ou MPW), fornecedores de software, empresas de design e fabless.

Com o objetivo de explorar as instalações de fabricação de CMOS existentes e em busca de funções óticas, como efeito eletro-ótico, foto-detecção e foto-emissão, desenvolvemos plataforma baseada em backplane de dispositivos de guia de onda invertida para avaliar materiais para dispositivos óticos. É ideal para a produção de estruturas de guia com processos de padrão simples.

Este conceito usa uma vala produzida sobre SiO<sub>2</sub> que, quando preenchida com o material desejado, atua como um núcleo de um guia de onda no SiO<sub>2</sub> de revestimento inferior. O enchimento da vala pode ser alcançado por muitos métodos de película fina. Para demonstrar o conceito, usamos spin-coating de camada de material controlada e muito uniforme para orientar a luz.

Estruturas de guias de onda de polímero SU-8 para circuitos integrados fotônicos foram investigadas. Este polímero é amplamente utilizado como estruturas funcionais para estruturas micromecânicas 3D com excelentes características mecânicas, impermeabilidade à água, alta estabilidade, alta uniformidade e resistência química. É também um polímero opticamente transparente com alto índice de refração e transmissão superior a 95% além do comprimento de onda de 400 nm.

Neste trabalho, apresentamos a otimização do processamento para a tecnologia de guia de onda inversa SU-8 e a caracterização de alguns dispositivos, como podemos ver alguns exemplos na figura 1.

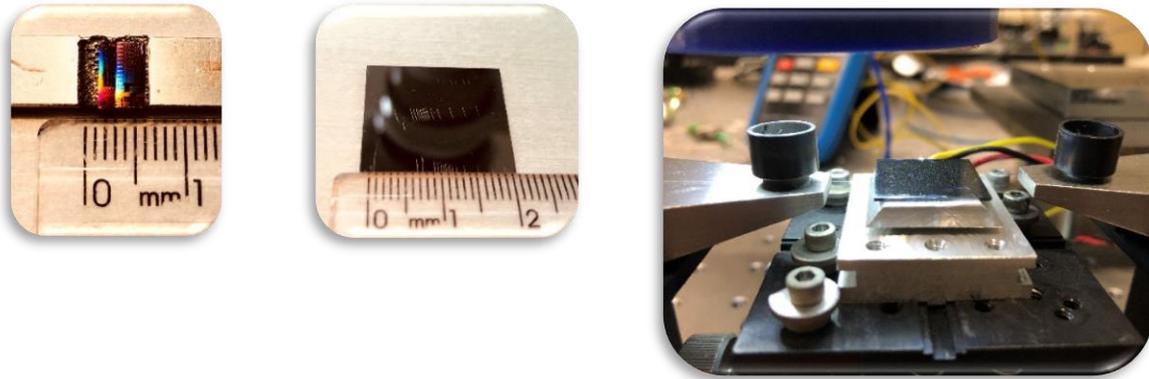


Figura 1 - Exemplos de chips

## 2. Sistema de análise de guia de ondas

O sistema foi construído de forma a permitir medir o espalhamento ao longo das estruturas de guias de ondas para caracterização dos dispositivos / materiais (Figura 2) para cada layout de plataforma e estimar a perda óptica por unidade de comprimento, possibilitando o aprimoramento dos próximos dispositivos, seja alterar as dimensões ou o material.

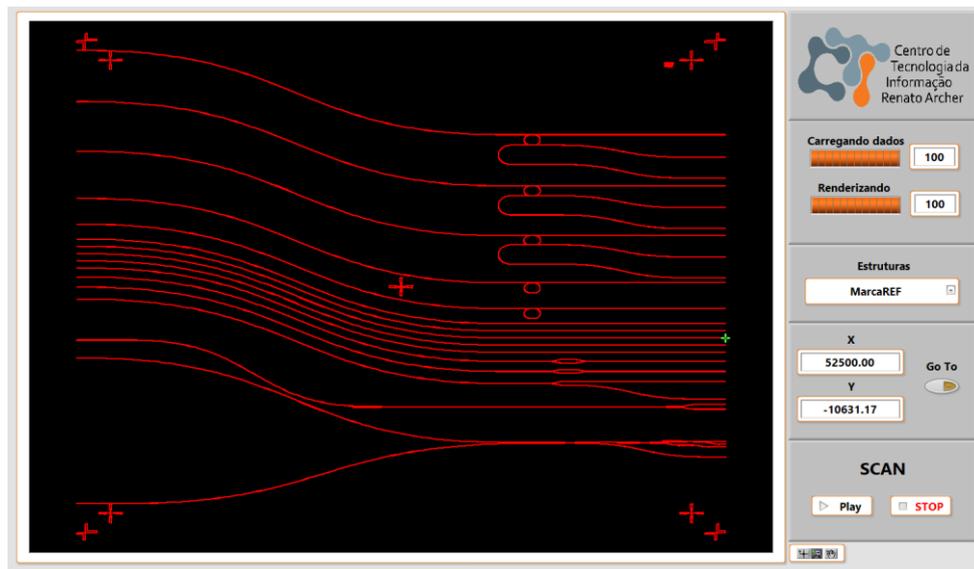


Figura 2 – Layout do Chip

O mapeamento de resolução micrométrica ao longo do caminho digitalizado do guia de onda foi alcançado, permitindo o monitoramento por vídeo, através de um microscópio, observando eventos de espalhamento e mudanças na intensidade (Figura 3).

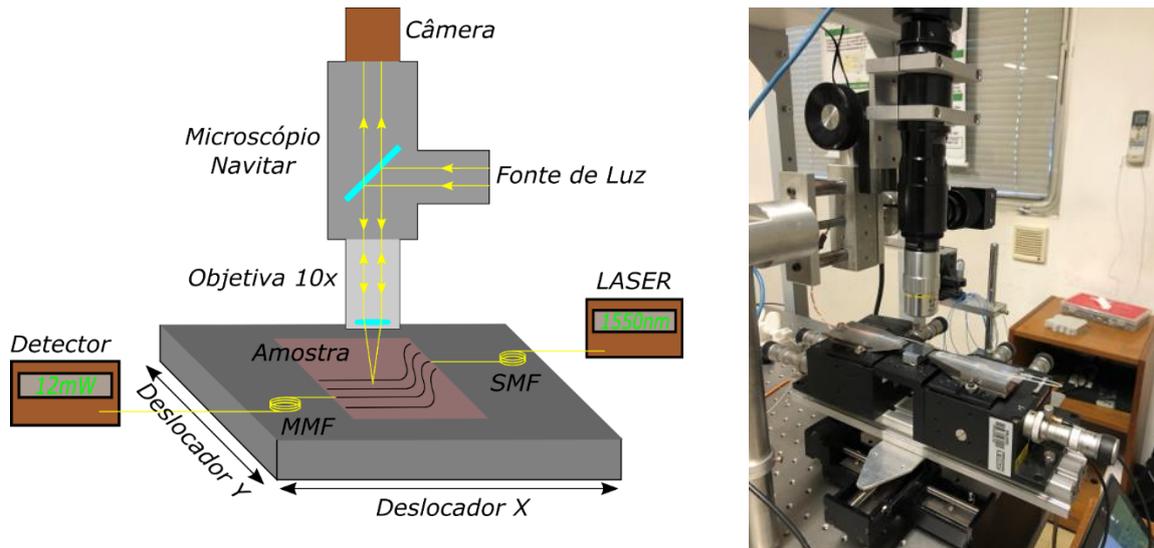


Figura 3. Esquema e foto do sistema de medição de espalhamento superior

Através do software somos capazes de encontrar estruturas ou mesmo realizar um mapeamento ao longo da estrutura gerando um gráfico de intensidade de espalhamento, possibilitando detectar defeitos, como podemos ver na Figura 4, na posição  $X = 5\text{mm}$  e  $Y = 3.5\text{mm}$ , temos um ponto com muito espalhamento de luz, desta forma encontrando um defeito de fabricação, que causa uma diminuição da eficiência da propagação da luz ao longo do guia.

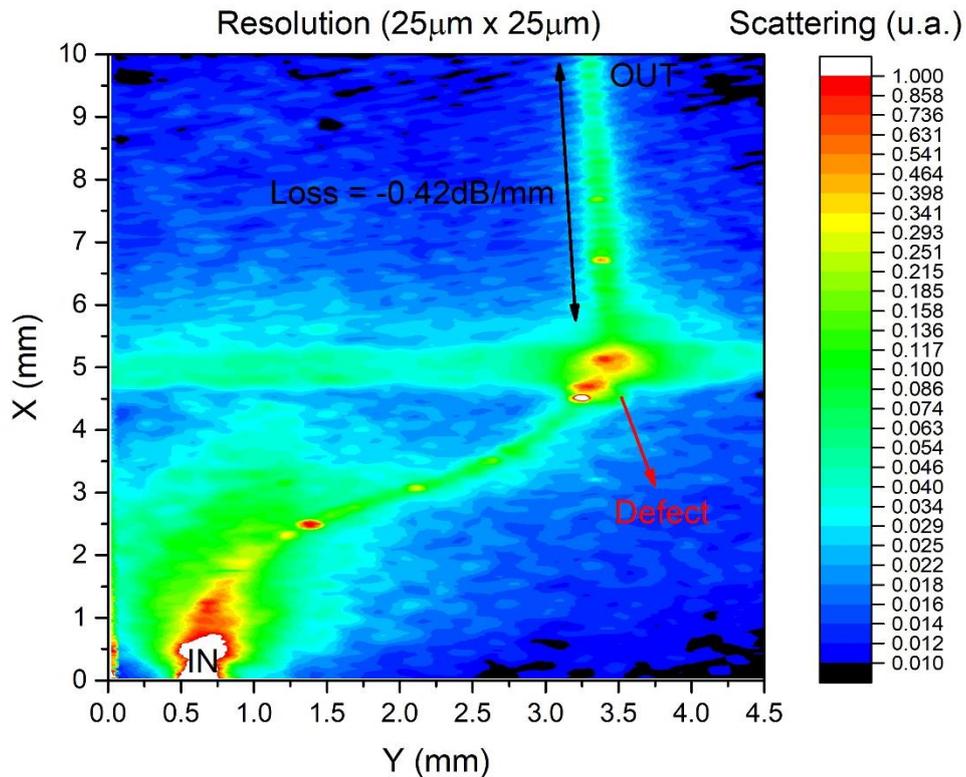


Figura 4. Imagem de espalhamento superior

Desta forma somos capazes de determinar a perda óptica por unidade de comprimento sem precisar destruir o guia de onda e assim definir a sua eficiência óptica, como podemos ver na figura 5.

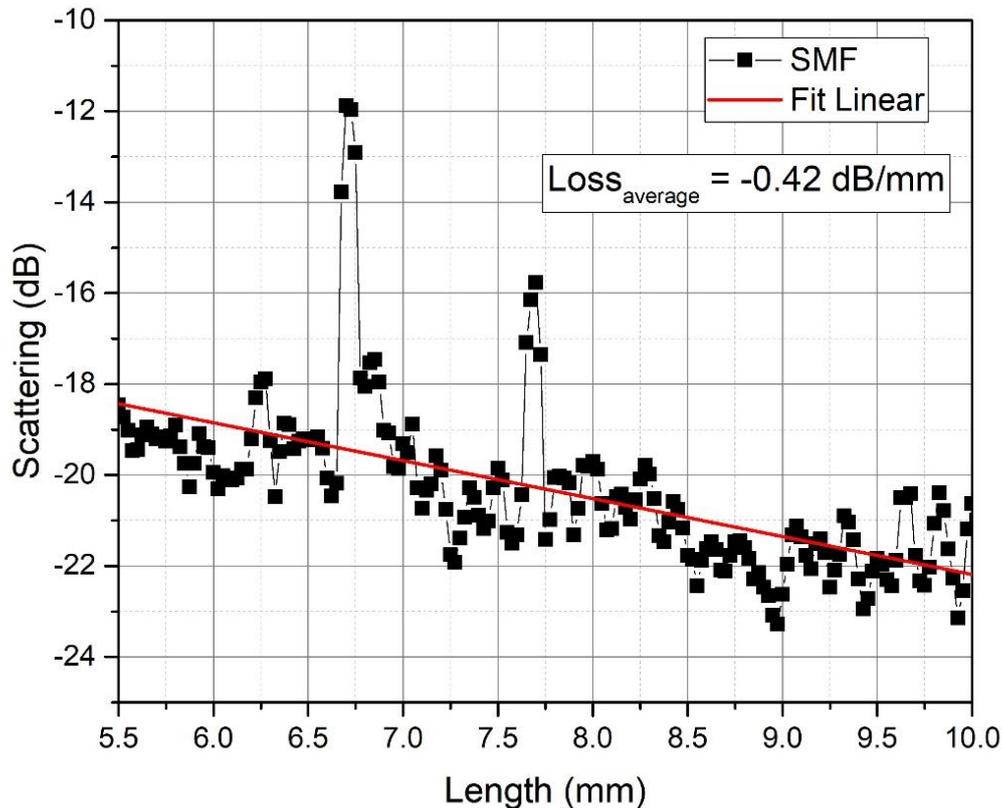


Figura 5. Perda óptica em função do comprimento

Como podemos observar a perda média é da ordem 0.42dB/mm, valor interessante para guias de onda de SU8, também somos capazes de encontrar espacialmente picos de espalhamento de luz, que geralmente são resultados de falha de fabricação.

### 3. Conclusão

O sistema possui uma ótima interface com o usuário, possibilitando agilidade e eficiência na caracterização de chips fotônicos, sendo capaz de detectar possíveis falhas e conseqüentemente melhorias, para que seja possível alcançar o estado na arte na concepção. Também viabilizando o cálculo da perda óptica por unidade de comprimento sem a necessidade de destruição.

### Referências

**J. M. Fedeli, L. Di Cioccio, D. Marris-Morini, L. Vivien, R. Orobtcouk, P. Rojo-Romeo, C. Seassal, F. Mandorlo,** "Development of Silicon Photonics Devices Using Microelectronic Tools for the Integration on Top of a CMOS Wafer - Advances in Optical Technologies, 2008.

**J. Ramirez, J. Schianti, M. Almeida, A. Pavani, R. Panepucci, H. Hernandez-Figueroa, and L. Gabrielli,** "Low-loss modified SU-8 waveguides by direct laser writing at 405 nm," *Opt. Mater. Express* 7, 2651-2659 (2017).

**Piruska, A., Bhagat, A. A. S., Zhou, K., Peterson, E. T. K., Papautsky, I., & Seliskar, C. J.** (2006). Characterization of SU-8 optical multimode waveguides for integrated optics and sensing on microchip devices. In I. Papautsky & W. Wang (Eds.), *Microfluidics, BioMEMS, and Medical Microsystems IV*. SPIE. <https://doi.org/10.1117/12.655667>

**R. Muller, D. Cristea, M. Kusko, P. Obreja, D. Esinenco, V. Damian, P. C. Logofatu,** "SU8 polymer materials used in integrated optic microsystems", *Optoelectronics and Advanced Materials – Rapid Communications*, 2010.

**R. R. Panepucci, G. N. Malheiros-Silveira, C. A. Finardi, E. A. M. A. Van Etten, T. S. Burger, R. C. G. Silva, A. M. Daltrini**, “Inverse ridge waveguide platform for optical materials”, ICOOPMA 2018.

**Zhao, M., Han, X., Teng, J., Wang, L., Zhang, H., Wang, J., Jian, X., & Morthier, G.** (2008). Recent progress on polymer photonic materials and optical waveguide devices. In X. Zhang, W. J. Bock, X. Bao, & P. Shum (Eds.), 2008 International Conference on Optical Instruments and Technology: Microelectronic and Optoelectronic Devices and Integration. SPIE. <https://doi.org/10.1117/12.821392>