

de 6mA a 12mA, de modo a podermos utilizar esta fonte para alimentar diversos modelos de tubos de laser HeNe. A fonte foi testada com um tubo HeNe comum de 5mW iluminando um fotodetector de silício ligado a um osciloscópio sensível ( $10\mu\text{V}$ ), onde pudemos observar um baixo ruído na intensidade luminosa ( $<0.1\%$ ), composto principalmente de baixa frequência (60Hz), proveniente da rede elétrica. Utilizando uma fonte chaveada comercial, no mesmo tubo HeNe, obtivemos um ruído da ordem de 1%, ou seja, um nível de ruído mais que 10 vezes maior do que a fonte construída.

### Mapeamento RGB da Fluorescência de Pigmentos em Águas Marinhas Obtida com LIF-LIDAR

PAULO CESAR DE CAMPOS BARBOSA, RAUL HERNANDEZ TABARES

Depto de Física, Pontifícia Universidade Católica-Rio de Janeiro

RAUL ALMEIDA NUNES, SIDNEI PACIORNIK  
DCMM, Pontifícia Universidade Católica-Rio de Janeiro

Medições georeferenciadas da fluorescência da água do mar, foram obtidas por sistema LIF-LIDAR transportável em expedição à região da Baía de Campos. Neste trabalho apresentamos as modificações inseridas ao sistema para a coleta de dados georeferenciados e apresentamos o desenvolvimento de uma nova metodologia para a visualização de sinais de fluorescência de diferentes fluoróforos através da associação desses sinais com gradações das intensidades cromáticas do vermelho, verde e azul (RGB - "Red", "Green" e "Blue"). O segundo harmônico do laser de Nd-YAG (532 nm) foi utilizado como fonte de excitação. Foram obtidos, portanto, espectros de fluorescência na faixa de 550 a 800 nm, superpostos às emissões Raman da água (655 nm). Esta faixa espectral apresenta um conjunto de bandas de emissões de pigmentos fluorescentes presentes no fitoplâncton. A intensidade da banda de emissão de fluorescência da clorofila-a (685 nm) está associada à massa total do fitoplâncton. Variações relativas das bandas de pigmentos acessórios como a ficoeritrina (580 nm) indicam alterações na composição do fitoplâncton. Para efeito de comparação dos espectros, estes foram normalizados pela emissão Raman da água com o intuito de minimizar as diferenças da energia efetiva disponibilizada em cada medição.

As emissões de diferentes fluoróforos são apresentadas espacialmente através da associação dos valores relativos das bandas referentes a estes fluoróforos com as intensidades cromáticas R, G e B.

Esta técnica permite uma visualização flexível e intuitiva da distribuição espacial conjugada de diferentes pigmentos fluorescentes como a ficoeritrina, a clorofila-a e a clorofila-b. Entretanto, é necessário ajustar os pesos e intervalos de cada componente RGB juntamente com uma normatização das matizes para se conseguir uma

comparação eficiente dos espectros.

### ONE DIMENSIONAL ANALYTICAL MODEL FOR OXIDE THIN FILM GROWTH INDUCED BY LASER HEATING OF METALLIC SURFACES

J. L. JIMÉNEZ PÉREZ, P. H. SAKANAKA  
UNICAMP

MAURICIO ANTONIO ALGATTI  
UNESP de Guaratinguetá

This paper presents the theoretical and experimental results for oxide thin films growth on Titanium films previously deposited over glass substrates. The  $0.1\mu\text{m}$  of thickness Ti films were heated by Nd:YAG laser pulses (duration: 290 ns, intensity:  $2.0\text{-}3.2\text{ MW/cm}^2$  and repetition frequency: 200 Hz). The oxide tracks were created by moving the samples with a constant speed of 2 mm/s, under the laser action. The microtopographic analysis of the tracks was performed by a microprofiler (Tencor Alpha Step  $100^{\text{TM}}$ ). The results taken along a straight line perpendicular to the track axis revealed a Gaussian profile that closely matches the laser's spatial mode profile, indicating the effectiveness of the surface temperature gradient on the film's growth process. The sample's micro-Raman spectra showed two strong bands at 447 and  $612\text{ cm}^{-1}$  associated to  $\text{TiO}_2$  structure. This is a strong indicative that thermo-oxidation reactions took place at the Ti film surface that reached an estimated temperature of 1300 K. This result is compatible with the thermal threshold ( $\sim 1200\text{ K}$ ) for  $\text{TiO}_2$  formation. The results obtained from numerical integration of the analytical equation for film growth rate are in closely agreement with the experimental data for film thickness, showing the accuracy of the one-dimensional model adopted.

### SINGLE LONGITUDINAL MODE, DIODE-PUMPED Nd:YLF MICROCHIP LASER

E. P. MALDONADO, N. U. WETTER, E. A. BARBOSA, M. L. FILHO, N. D. VIEIRA JR

Instituto de Pesquisas Energéticas e Nucleares, CNEN-SP  
- Supervisão de Materiais Optoeletrônicos

Single longitudinal mode, diode-pumped, microchip lasers are extremely compact devices commonly used for wind velocity measurements using the Doppler-LIDAR technique. Generally, active media consists of highly doped crystals in order to get the necessary absorption for efficient laser operation. In this work, we demonstrate a single longitudinal mode operation of a diode-pumped, 2.4-mm-thick Nd:YLF laser crystal, in a 3.5-mm-long cavity. That was possible only due to the use of a beam shaping technique for the pumping beam, thereby compensating the low absorption coefficient with high pumping intensity. The total maximum



available power incident at the laser crystal was 2.5 W and the observed CW laser threshold was around 200 mW of pumping power. No additional mode selecting techniques, such as intracavity interferometric elements or injection seeding were used. We verified true single longitudinal mode operation for pumping powers up to 320 mW. At this pumping power, the measured laser output power was 20 mW. For higher pumping powers, we always had two to three longitudinal modes separated by approximately 39 GHz. This frequency separation corresponded to the inverse of the cavity round-trip time, thus no significant influence of the well-known longitudinal hole-burning effect was observed in the spectral behavior of this short-length laser cavity. We observed that active stabilization is necessary in order to maintain the amplitude of the single longitudinal mode. The system can be further optimized by reducing the internal losses and cooling the active medium. In this case, the estimated laser linewidth could be of the order of kHz.

#### THEORETICAL MODELLING OF OXIDE THIN FILM GROWTH BY MOVING PULSED LASER SOURCES

J. L. JIMÉNEZ PÉREZ, P. H. SAKANAKA  
UNICAMP

MAURICIO ANTONIO ALGATTI  
UNESP de Guaratinguetá

Thermochemical reactions driven by laser sources have been studied since many years ago due to its importance in many technological issues encompassing microelectronics, micro-machinery and so on. The understanding of the kinetics of such reactions is of key importance for its application in a industrial scale plant. This paper considers the theoretical modelling of  $TiO_2$  film's growth on Ti films previously deposited over glass substrates due to its surface heating exposed to atmospheric environment. The Ti films were heated by a moving beam of a pulsed Nd:YAG laser that sweeps the surface at a constant speed of 2 mm/s. The model takes into account the self-consistent solutions of the heat diffusion and the oxidation rate equations. The numerical results obtained for 6, 19 and 200 pulses of 290 ns and  $3.17 MW/cm^2$  with a repetition frequency of 100, 300 and 600 Hz respectively, showed that the maximum temperature of approximately 1190 K is just reached due the action of the first pulse. The results also showed the occurrence of surface cooling between two consecutive pulses. It also can be seen that the film thickness varies from  $0.15\mu m$  to  $0.3\mu m$  at 0.37 s for intensities varying from 2.4 to  $3.17 MW/cm^2$ . These results are in close agreement with the experimental data obtained for  $TiO_2$  films.

#### VERIFICAÇÃO DA LINEARIDADE DE RESPOSTA DA CÂMERA CCD

KLEITON BLANE, MIKIYA MURAMATSU, FELIX CLARET DA SILVA

Laboratório de Óptica - Instituto de Física da USP

Para utilização da câmera CCD em medidas, especialmente na determinação do contraste de uma imagem, é necessário que a resposta da mesma seja linear com relação ao sinal luminoso. O presente trabalho visa a verificação dessa característica de forma simples, além da verificação da homogeneidade da câmera, influência entre pixels para sinais intensos (blooming), calibração da distância entre pixels e verificação do ganho com relação a frequência espacial. A montagem baseia-se na análise da figura de interferência devido a uma dupla fenda (um padrão de intensidades que varia com a posição). Para a condição de difração de Fraunhofer o padrão é bem conhecido o que possibilita a calibração da distância entre pixels, usando toda a figura e não apenas as posições dos máximos. Controlando-se a intensidade do feixe laser, através do uso de atenuadores, verifica-se a linearidade pela comparação de figuras. Para essa montagem o alinhamento e a qualidade do padrão de dupla fenda não são críticos, o que possibilita o uso de padrões de fendas confeccionados em cartolina para gerar várias figuras de frequências espaciais diferentes. A montagem apresenta um método simples para verificação das características da CCD quando não se dispõe de todos os instrumentos de um laboratório de óptica, obtendo-se que a câmera CCD modelo KP-M1U (Hitachi Denshi Ltda) é homogênea em toda sua extensão, com resposta a intensidade luminosa linear independente da frequência espacial, não se verificando o blooming (a saturação da câmera está acima da faixa de operação de nosso ADC) além de apresentar um ganho constante para figuras com definição da ordem de  $70 \mu m$ , onde cada célula tem dimensão de  $12,30 \mu m \times 12,30 \mu m$ . Uma outra montagem que oferece mais recursos na variação de frequência espacial e qualidade de imagem de interferência seria usando um interferômetro de Michelson.