

Boletim Técnico da Escola Politécnica da USP

Departamento de Engenharia Eletrônica

ISSN 1413-2206

BT/PEE/9941

**Influence of Plasma Etching on
Raman Spectra of DLC Films
Deposited by Magnetron Sputtering**

Marcos Massi

Homero Santiago Maciel

C. Otani

P. Verdonck

L. N. B. M. Nishioka

São Paulo – 1999

O presente trabalho é um resumo da dissertação de mestrado apresentada por Marcos Massi sob orientação do Prof. Dr. Homero Santiago Maciel.: "Deposição e Corrosão de Filmes de Carbono Tipo Diamante Através de Técnicas Assistidas por Plasma", defendida em 18/06/99, na Escola Politécnica.

A íntegra da dissertação encontra-se à disposição com o autor e na Biblioteca de Engenharia de Eletricidade da Escola Politécnica/USP.

FICHA CATALOGRÁFICA

Influence of plasma etching on Raman spectra of DLC films deposited by magnetron sputtering / M. Massi ... /et al./ -- São Paulo : EPUSP, 1999.

p. -- (Boletim Técnico da Escola Politécnica da USP, Departamento de Engenharia Eletrônica, BT/PEE/9941)

1. Microeletrônica I. Massi, Marcos II. Universidade de São Paulo. Escola Politécnica. Departamento de Engenharia Eletrônica III. Título IV. Série

ISSN 1413-2206

CDD 621.381

Influence of plasma etching on Raman spectra of DLC films deposited by magnetron sputtering

M. Massi, R.D.Mansano, H.S.Maciel*, C.Otani*, P.Verdonck and L.N.B.M.Nishioka*.

LSI PEE EPUSP, Av. Prof. Luciano Gualberto trav. 3, 158,

CEP05508-900, São Paulo, SP, Brazil

*LPP, Departamento de Física, ITA, CTA, 12228-900, S.J. dos Campos, SP, Brazil

Abstract

Magnetron sputtered diamond like carbon (DLC) films were etched in oxygen reactive ion etching (RIE) plasmas. The hydrogenated films etch 35 % slower than the non-hydrogenated films. Etch rates increase with power. The anisotropy decreases with both pressure and power. Processes at 6.5 Pa yield anisotropies of over 0.9, with etch rates up to 185 nm/min for the hydrogenated films.

Raman analysis indicates that these oxygen RIE processes etch preferentially non-crystalline carbon atoms in the hydrogenated films, the remaining film has more sp^3 -bound carbon atoms than the original DLC film. This phenomenon occurs in a much lesser degree for the non-hydrogenated films, and Raman analysis indicates that the sp^2 -bound carbon atoms etch at approximately the same rate as the non-crystalline bound atoms.

1. Introduction

Diamond like carbon (DLC) films have several potential applications, particularly in the microelectronics industry, because of their optical, electrical and mechanical properties [1,2,3]. These films can be obtained by several techniques, such as laser evaporation, ion beam and plasma deposition techniques [4,5]. The films studied in this paper were deposited by magnetron sputtering of a graphite target [6,7]. Hydrogenated DLC films deposited by magnetron sputtering, have a higher concentration of sp^3 carbon bonds and less sp^2 bonds than non-hydrogenated films [8].

Important characteristics of the etching are etch rate, anisotropy and also how this process influences the physical-chemical properties of the etched film. In general, one prefers an etching process which does not modify the atom bonding configuration of the film and therefore retains the film's properties. Raman scattering is a powerful characterisation technique, able to detect the

different types of carbon atom bonds, and therefore used in this work. The first order Raman spectra of DLC thin films are normally characterised by two bands: the G band at 1550 cm^{-1} originated from the crystalline graphite and the D band at about 1370 cm^{-1} associated with a disordered graphite lattice. These bands can present different shapes, spectral positions and band widths depending on the structural characteristics of the film.

In this paper the effects of reactive ion etching processes on hydrogenated and non-hydrogenated carbon films is reported : the etch rate, anisotropy and Raman spectra before and after etching are analysed.

2. Experimental

DLC films of approximately 1.5 micrometer thick were deposited on 3 inch diameter, p type, (100) silicon wafers by magnetron

sputtering, at a deposition rate of about 4.5 nm per minute. The gas used during the deposition was argon (flow = 5.0 sccm) to produce the non-hydrogenated films and a mixture of argon (flow = 5.0 sccm) and hydrogen (flow = 3.0 sccm) to produce hydrogenated films. The gas pressure and the discharge power were maintained at fixed values of 0.32 Pa and 70 W, respectively. Details of the deposition system and processes can be found in reference [7].

The etching processes were performed in a home-built RIE reactor, where power is applied at 13.56 MHz to the lower, 6 inch diameter, aluminium electrode. This system is described in detail in reference [9]. The process gas was always oxygen, at a flow of 25 sccm.

Raman spectra of the films, in the range of (1060-1930) cm^{-1} , were obtained by a Renishaw Raman Imaging Microscope System using 50 mW of 514.5 nm laser light. The spectra were decomposed into two Gaussian line shapes in order to analyse the shape, frequency position and width of the D and G bands.

The height of the etched step in the DLC film was measured by an Alpha-Step 500 step height meter.

The wall profiles of the etched wafers were examined by a SEM 515 system of Philips. The anisotropy was defined as :

$$A = 1 - (r_h / r_v)$$

with r_h the horizontal etch rate and r_v the vertical etch rate.

A first batch of hydrogenated and the non-hydrogenated DLC films deposited on silicon were cleaved in four parts. These samples were etched in oxygen plasmas, using a piece of a silicon wafer as a mechanical mask. From these samples, we determined the etch rate. Raman spectra were taken at three points on the etched part and also on three points on the part which was covered by the

mechanical mask - the not etched part - in order to obtain a better precision and to determine the reproducibility of these measurements.

On a second batch a layer of approximately 300 nm Spin On Glass (SOG) was deposited cured, patterned with Tokyo Ohka OFP 800 resist and etched during 20 seconds in a commercial Buffered Oxide Etch solution. Stripping of the resist was performed in acetone, at 21°C.

3. Results and discussion

Table 1 shows that the etch rate of the DLC films, etched at a 6.5 Pa (50 mTorr) pressure, increases with RF power. At higher power levels, more oxygen molecules are dissociated into oxygen atoms, increasing in this way the chemical etching of the carbon atoms of the DLC film. Besides, the etch rates of the hydrogenated films are approximately 35% lower than the etch rate of the non-hydrogenated films. This can be explained by the fact that the hydrogenated films have significantly more sp^3 (diamond-like) bonds than the non-hydrogenated bonds [10].

Table 1 : Etch rate of hydrogenated and non-hydrogenated diamond like carbon films as a function of RF power.

	Hydrogenated	Non-hydrogenated
P [W]	r [nm/min]	r [nm/min]
50	62	105
100	140	185
150	185	275

The anisotropy of these etching processes was always higher than 0.9 at this pressure. Figure 1 shows the profile of a hydrogenated DLC film, etched with a 100 W process. The residues left on the silicon surface, are probably sp^3 -rich. In this process, no overetching occurred. An extra overetch time

of approximately 30% should remove these residues.

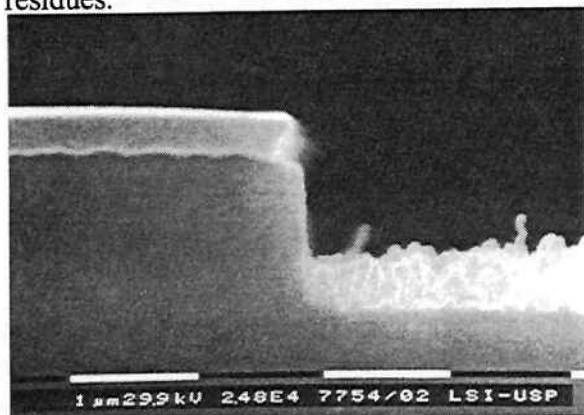


Figure 1 : Diamond like carbon film profile after etching with a 25 sccm oxygen, 6.5 Pa pressure, 100 W RF power process. The SOG mask was not removed.

Extra tests were performed at 13 Pa and 19.5 Pa for hydrogenated films. The higher the pressure, the lower the anisotropy, as expected : the incoming ions are more scattered at higher pressures than at lower pressures and more chemical etching occurs. The anisotropy also decreases with increasing power. This can be explained by the increasing chemical reaction at higher pressure and power levels. For a 19.5 Pa pressure, 150 W power process, the anisotropy of the DLC etching process is approximately 0.5.

Table 2 shows the results of the Raman analysis of the non-etched and the etched parts of the hydrogenated DLC films. The values of the D and G band width, shown in this table, are the average of the three measurements, described in the experimental section, while the values of the precision correspond to 1 standard deviation. This table shows that both the width of the D band as the width of the G band decrease when etched. The etch depth does not influence these widths. Figure 2 shows a Raman spectrum of a hydrogenated film before etching, figure 3 shows a Raman spectrum of the film after etching 680 nm with a 6.5 Pa

pressure, 50 W power process. The reduction of the width of the D and G band implicates in a reduction of the degree of disorder of the bonds [11]. This behaviour is an indication that hydrogenated films present a preferential etching of the non-crystalline bound carbon atoms. The residues shown in figure 1 indicate this same phenomenon.

Table 2 : Statistic results of the Raman spectra of the hydrogenated DLC films. The etching occurred at 6.5 Pa pressure and 50 W power.

Etch depth (nm)	Width of the D band (cm^{-1})		Width of the G band (cm^{-1})	
	Non-etched	Etched	Non-etched	Etched
140	318 $\pm$ 10	277 $\pm$ 6	100 $\pm$ 3	93 $\pm$ 1
500	287 $\pm$ 9	258 $\pm$ 2	94 $\pm$ 1	88 $\pm$ 1
680	317 $\pm$ 2	258 $\pm$ 6	104 $\pm$ 3	90 $\pm$ 1

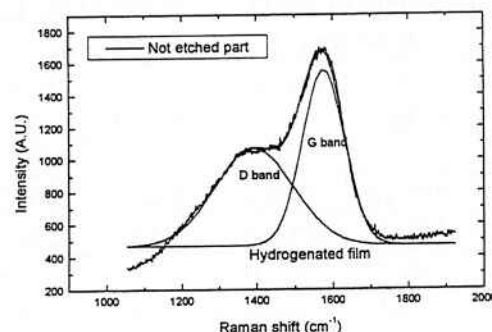


Figure 2 : Raman spectrum of the non-etched part of a hydrogenated film

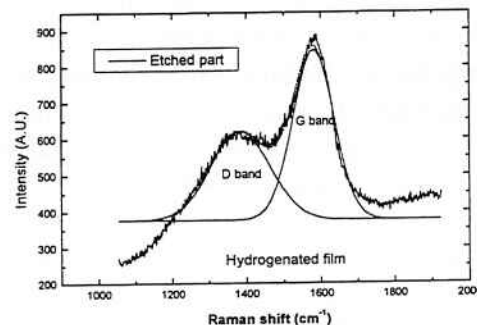


Figure 3 : Raman spectrum of a hydrogenated film after etching 680 nm deep with a 6.5 Pa pressure, 50 W power process.

Table 3 shows the results of the Raman analysis of the non-etched and the etched parts of the non-hydrogenated DLC films, in a similar way as table 2 shows the results of the hydrogenated films. In this case, the width of both bands decreases only very slightly. Once again, the widths do not change with etching time. As shown in table 1, the etch rate of these films is much higher than that of the hydrogenated ones. Therefore, it is our hypothesis that the non-crystalline bound carbon atoms are etched at approximately the same rate as the carbon atoms of the graphite structure or that this type of films present a more disordered structure than the hydrogenated films.

Table 3 : Statistic results of the Raman spectra of the non-hydrogenated DLC films. The etching occurred at 6.5 Pa pressure and 50 W power.

Etch depth (nm)	Width of the D band (cm ⁻¹)		Width of the G band (cm ⁻¹)	
	Non-etched	Etched	Non-etched	Etched
63	311±7	305±9	135±2	128±4
180	309±16	302±4	127±10	127±2
270	307±8	292±5	131±2	127±5
360	304±3	292±10	133±2	124±6
500	305±5	289±6	132±4	129±3

4. Conclusions

Oxygen reactive ion etching processes were used to etch hydrogenated and non-hydrogenated diamond like carbon films. The etch rates increase with power, while the anisotropy decreases with power and also with pressure. Nearly vertical walls can be obtained with 50 mTorr etching processes. Hydrogenated films etch 35 % slower than non-hydrogenated films.

The analysis of the Raman spectra show that the used oxygen RIE process etches preferentially the non-crystalline bound carbon atoms of the hydrogenated films. The Raman spectra of the non-hydrogenated films

were only very slightly modified by the etching, indicating that the carbon atoms with sp² bonds etch at approximately the same rate as the non-crystalline bound atoms or that these films have a much more disordered structure.

Acknowledgements

The authors thank Drs. Nélia, Corat and Sena of LAS-INPE for the use of the Raman system, the step height meter and helpful discussions. They thank Fabio Araes for SEM analysis. The financial support of CAPES, FINEP, CNPq and FBB is acknowledged. They also thank the Tokyo Ohka Kogyo Co. which donated the resist.

References

- [1] R.J.Nemanich, J.T.Glass, G.Lucovski and R.E.Shroder, J.Vac.Sci.Technol.A 6, (1988) 1783.
- [2] K.Popova, Vacuum, 48 (1997) 681.
- [3] A.Grill, V. Patel, and C.Jahnes, J. Electrochem. Soc., 145 (1998) 1649.
- [4] Y.Catherine, Diamond and Diamond-like Films and Coatings, (Plenum Press, 1991) 193
- [5] Y. Lifschitz, Diamond and related materials, 5 (1996), 388
- [6] N. Savvides and B. Window, J. Vac.Sci.Technol.A, 3 (1985) 2386
- [7] M.Massi, H.S.Maciel, L.N.Nishioka, C.Otani, R.D.Mansano and P.Verdonck., paper accepted at the International Conference on Microelectronics and Packaging, Curitiba, Brazil, 1998.
- [8] V.Palshin, E.I.Meletis, S.Ves and S.Logothetidis, Thin Solid Films, 270 (1995), 165.
- [9] R.D. Mansano, P. Verdonck, H.S. Maciel, Sensors and Actuators, A, 65 (1998) 180.
- [10] D.R. McKenzie, D. Muller and B.A. Pailthorpe, Physical Review Letters, 67 (1991) 773

[11] Y. Wang, D.C. Alsmeyer and R.L. McCreery, Chem. Mater., 2 (1990) 557.

BOLETINS TÉCNICOS - TEXTOS PUBLICADOS

- BT/PEE/9301 - Oscilador a HEMT - 10 GHz - FÁTIMA S. CORRERA, EDMAR CAMARGO
- T/PEE/9302 - Representação Senoidal da Voz através dos Polos do Filtro Preditor - MARCELO B. JOAQUIM, NORMONDS ALENS
- BT/PEE/9303 - Blindagens por Grades Conductoras: Cálculo do Campo Próximo - LUIZ CEZAR TRINTINALIA, ANTONIO ROBERTO PANICALI
- BT/PEE/9304 - Sistema de Otimização e Controle de Produção em Minas de Pequeno e Médio Porte - TSEN CHUNG KANG, VITOR MARQUES PINTO LEITE
- BT/PEE/9401 - Determinação das Frases de Aplicação Forense para o projeto NESPER e Tese de Mestrado IME/94, com Base em Estudos Fonéticos - MARCONI DOS REIS BEZERRA, EUVALDO F. CABRAL JUNIOR
- BT/PEE/9402 - Implementação e Teste de uma Rede Neural Artificial do Tipo KSON (Kohonen Self-Organizing Network) com Entradas Bidimensionais - MARCELO YASSUNORI MATUDA, EUVALDO F. CABRAL JR.
- BT/PEE/9403 - Transformada de Walsh e Haar Aplicadas no Processamento de Voz - ALEXANDRE AUGUSTO OTTATI NOGUEIRA, THIAGO ANTONIO GRANDI DE TOLOSA, EUVALDO F. CABRAL JÚNIOR
- BT/PEE/9404 - Aplicação de Redes Neurais ao Problema de Reconhecimento de Padrões por um Sonar Ativo - ALEXANDRE RIBEIRO MORRONE, CRISTINA COELHO DE ABREU, EDUARDO KOITI KIUKAWA, EUVALDO F. CABRAL JR.
- BT/PEE/9405 - Tudo que se Precisa Saber sobre a Prática da FFT - Transformada Rápida de Fourier (Inclui Software) - ROGÉRIO CASAGRANDE, EUVALDO F. CABRAL JR.
- BT/PEE/9406 - A Survey on Speech Enhancement Techniques of Interest to Speaker Recognition - CELSO S. KURASHIMA, EUVALDO F. CABRAL JR.
- BT/PEE/9407 - Identificação de Pulsos Decádicos em Linhas Telefônicas - ANTONIO P. TIMOSZCZUK, MÁRCIO A. MATHIAS, EUVALDO F. CABRAL JR.
- BT/PEE/9408 - Implementação e Teste de Filtros do Tipo Adaptativo e ©Notch^a para a Remoção de Interferência de 60 Hz em Sinais de Eletrocardiograma - FLÁVIO ANTÔNIO MENEGOLA, JOSÉ AUGUSTO DE MATTOS, JOSÉ GOMES G. FILHO, SIDNEY SILVA VIANA, EUVALDO F. CABRAL JR.
- BT/PEE/9409 - Compressão de Sinais de Voz utilizando Transformadas de Karhunen-Loève, Fourier e Hadamard - IVAN LUIS VIEIRA, LUIZ FERNANDO STEIN WETZEL, EUVALDO F. CABRAL JR.
- BT/PEE/9410 - ©Ray Tracing^a Paralelo - EDUARDO TOLEDO SANTOS, JOÃO ANTONIO ZUFFO
- BT/PEE/9411 - Implementação de uma Ferramenta Posicionador para ©Gate-Arrays^a Tipo Mar de Portas - JORGE W. PERLAZA PRADO, WILHELMUS A. M. VAN NOIJE
- BT/PEE/9412 - Tudo que se Precisa Saber Sobre a Teoria da FFT - Transformada Rápida de Fourier - FÁBIO LUÍS ROMÃO, REINALDO SILVEIRA, ROGÉRIO CASAGRANDE, EUVALDO CABRAL JR.
- BT/PEE/9413 - Análise do Ruído Sonoro em uma Sala de Aquisição de Amostras de Som com Microcomputador - FÁBIO LUÍS ROMÃO, REINALDO SILVEIRA, EUVALDO CABRAL JR.
- BT/PEE/9414 - Cor: Aspectos Relevantes para Visualização de Dados - SÍLVIA DELGADO OLABARRIAGA
- BT/PEE/9415 - Projeto de Filtros Digitais IIR com Fase Aproximadamente Linear Utilizando Redução de Ordem - IVAN F. J. RODRIGUES, MAX GERKEN
- BT/PEE/9416 - GERA-FILTRO: Sistema para Projeto Automático de Filtros Digitais ©IIR^a (da especificação em alto nível ao leiaute do ©ASIC^a) - RICARDO PIRES, JOSÉ VIEIRA DO VALE NETO
- BT/PEE/9417 - Redes Neurais Artificiais Aplicadas à Identificação de Pulsos Decádicos em Linhas Telefônicas - ANTONIO P. TIMOSZCZUK, EUVALDO F. CABRAL JR.
- BT/PEE/9501 - Estudo Comparativo de Métodos de Cálculo da Frequência Fundamental - MARCOS COSTA HUNOLD, EUVALDO F. CABRAL JR.
- BT/PEE/9502 - Combinando Técnicas de Redes Neurais Artificiais e Informações de Excitação no Reconhecimento Automático do Locutor - ANDRÉ BORDIN MAGNI, EUVALDO F. CABRAL JR.
- BT/PEE/9503 - Utilização de Redes Neurais Artificiais para Detecção e Identificação de Falhas em Circuitos - MÁRCIO YUKIO TERUYA, ROBERTO AMILTON BERNARDES SÓRIA, EUVALDO CABRAL JR.
- BT/PEE/9504 - Uso de Redes Neurais Artificiais no Reconhecimento de Locutores no Domínio Temporal - BENEDITO JOSÉ BARRETO FONSECA JÚNIOR, EUVALDO CABRAL JÚNIOR
- BT/PEE/9505 - Projeto de Filtros Passivos e Ativos em Técnicas de Circuitos Integrados de Microondas - DAVID VIVEIROS JÚNIOR, DENISE CONSONNI
- BT/PEE/9506 - Uma Análise de Clustering para as Frases de Projeto NESPER - RONALDO OLIVEIRA MESSINA, EUVALDO F. CABRAL JR.
- BT/PEE/9507 - Controle com Estrutura Variável e Modos Deslizantes - Um Estudo para Aplicação em Controle Carga-frequência da Geração - JOSE PAULO F. GARCIA, JOCELYN FREITAS BENNATON

- BT/PEE/9508 - Recuperação das Margens de Ganho e de Fase para Sistemas de Fase Não Mínima por Realimentação da Saída - MARCO H. TERRA, VITOR M. P. LEITE
- BT/PEE/9509 - Sistema de Inspeção Óptica de Dispositivos Bi-Dimensionais - CASIMIRO DE ALMEIDA BARRETO, PEDRO LUÍS PRÓSPERO SANCHEZ
- T/PEE/9510 - Sistema de Partículas Uma Poderosa Técnica de Animação em Computação Gráfica - RENATO CURTO RODRIGUES, JOÃO ANTÔNIO ZUFFO
- BT/PEE/9511 - Efeito de Ruídos em Sinais de Voz Visualizados em Trajetórias Neurais de Kohonen - CELSO S. KURASHIMA, EUVALDO F. CABRAL JR.
- BT/PEE/9601 - "Um Reconhecedor de Sinais Sonoros Utilizando LVQ" - ALEXANDRE TORNICE, EUVALDO CABRAL JR.
- BT/PEE/9602 - "Coleção Artificial Neural Networks: Uma Visão Geral dos Sistemas Neurais Artificiais de Stephen Grossberg" - CHIU HSIUNG HUANG
- BT/PEE/9603 - "Reactively-Sputtered TiN Formation Using a RF Magnetron System"- SÉRGIO PAULO AMARAL OSÓRIO, LUIZ SÉRGIO ZASNICOFF
- BT/PEE/9604 - Aspectos em Tradução de Linguagens Naturais Através de Redes Neurais Artificiais - CARLOS EDUARDO DANTAS DE MENEZES, EUVALDO F. CABRAL JR.
- BT/PEE/9605 - Implementação de Blocos Passa-Tudo Utilizando Realimentação de Erro - SÉRGIO JOSÉ CARNEIRO LEÃO, MAX GERKEN
- BT/PEE/9606 - Coleção SANN group Redes Neurais Artificiais: A Rede Neural de Sakoe - ANDRÉ BORDIN MAGNI, EUVALDO F. CABRAL JR.
- BT/PEE/9607 - Coleção SANN group Redes Neurais Artificiais: A Rede Neural de Steinbuch - ROBERTO AMILTON BERNARDES SÓRIA, EUVALDO F. CABRAL JR.
- BT/PEE/9608 - Desenvolvimento de uma Estrutura de Duplo Nível de Metal para a Confecção de Interconexões em Circuitos Integrados - JOSÉ AUGUSTO DE ALENCAR PEREIRA, LUIZ CARLOS MOLINA TORRES
- BT/PEE/9609 - Determinação de Parâmetros de Processo para Fotomáscara "Balzers" Utilizando Gerador de Padrões - JORGE SEKI, MEGUMI SAITO
- BT/PEE/9610 - Um Ambiente para Desenvolvimento de Sistemas Distribuídos - PEDRO F. ROSA, JOÃO A. ZUFFO
- BT/PEE/9611 - Interpretações Teóricas do Funcionamento Cerebelar: Uma Revisão - MARCUS FRAGA VIEIRA, ANDRÉ FÁBIO KOHN
- BT/PEE/9612 - Marcapasso Cardíaco Temporário Microcontrolado de Demanda e Baixo Consumo - FLAVIO ANTONIO MENEGOLA, JOSÉ CARLOS TEIXEIRA DE BARROS MORAES
- BT/PEE/9613 - Um Sistema de Planejamento de Ação Baseado em Casos para uma Célula Flexível de Manufatura - RICARDO LUÍS DE FREITAS, MÁRCIO RILLO
- BT/PEE/9614 - Aplicações do Boundary-Scan para o Teste de Módulos Multichip - ROBERTO C. COSSI JR., JOSÉ ROBERTO DE A. AMAZONAS
- BT/PEE/9615 - A 2.488 Gb/s GaAs 1:4/1:16 Demultiplexer IC with Skip Circuit for Sonet STS-12/48 Systems - TAUFIK ABRÃO, FATIMA S. CORRERA
- BT/PEE/9616 - Uma Contribuição para a Construção de Algoritmos em Projetos de Redes - ALLAN DE SOUZA, JOSÉ ROBERTO CASTILHO PIQUEIRA
- BT/PEE/9617 - Análise Crítica dos Métodos de Medição do Intervalo QT do Eletrocardiograma - SÍDNEY DA SILVA VIANA, JOSÉ CARLOS TEIXEIRA DE BARROS MORAES
- BT/PEE/9618 - Deposição e Caracterização de Filmes de SiO₂ Crescidos pela Técnica de PECVD a Baixa Temperatura - MARCO ALAYO CHÁVEZ, INÉS PEREYRA
- BT/PEE/9619 - PARSTOOL: Uma Ferramenta de Auxílio à Simulação de Sistemas Paralelos - LI KUAN CHING, LIRIA MATSUMOTO SATO
- BT/PEE/9620 - Análise de um Método de Otimização por Malha no Treinamento de Robôs - OLÍMPIO MURILO CAPELI, JOSÉ CARLOS T. B. MORAES, SADA O ISOTANI
- BT/PEE/9701 - Identification of Unstable Mechanical Systems - ROBERTO MOURA SALES, ANSELMO BITTAR, MICHAEL PORSCH, LAÉRCIO LUCCHESI
- BT/PEE/9702 - Analysis of the Subthreshold Slope Transition Region in SOI nMOSFET - VICTOR SONNENBERG, JOÃO ANTONIO MARTINO
- BT/PEE/9703 - Introduction of the SOI MOSFET Dimensions in the High-Temperature Leakage Drain Current Model - MARCELO BELLODI, JOÃO ANTONIO MARTINO, DENIS FLANDRE
- BT/PEE/9704 - Controle de Largura de Banda Dinâmica para Transmissões Multicast para Redes de Alta Velocidade - SANG SOON LEE, SÉRGIO TAKEO KOFUJI
- BT/PEE/9705 - Uma Modificação Proposta para o Controle Preditivo Generalizado com Filtro de Kalman - JAIME QUINTERO R., OSWALDO L. V. COSTA
- BT/PEE/9706 - Aplicações de Redes Neurais em Previsões Financeiras - OLÍMPIO MURILO CAPELI, EUVALDO F. CABRAL JR.

- BT/PEE/9707 - Sistema Microcontrolado, Multicanal e Portátil para Estimulação Neuromuscular Funcional - ROGÉRIO QUIARIM ZARZA, JOSÉ CARLOS TEIXEIRA DE BARROS MORAES
- BT/PEE/9708 - Requisitos para o Mapeamento Tecnológico em Projetos de Microeletrônica - LUCIANO DE OLIVEIRA CORRÊA DE BRITO, JOSÉ ROBERTO DE ALMEIDA AMAZONAS
- BT/PEE/9709 - Sistemas PRMA com Dados Acoplados - JOSÉ AUGUSTO DE LIMA, PAUL JEAN ETIENNE JESZENSKY
- BT/PEE/9710 - Algoritmos Genéticos (AG's) para a Otimização de Controladores Nebulosos - JULIO CESAR CEBALLOS AYA, OSWALDO L. V. COSTA
- BT/PEE/9711 - Um Estudo Sobre a Redução de Ruídos em Sinais Caóticos - ERNANE JOSÉ XAVIER COSTA, EUVALDO F. CABRAL JR.
- BT/PEE/9712 - Geradores não Lineares de Sequência para uso em Sistemas Spread Spectrum - ANGEL ANTONIO GONZALEZ MARTINEZ, PAUL JEAN ETIENNE JESZENSZY
- BT/PEE/9713 - Modelamento Físico do Sistema Heteroestrutura - Metal - CECÍLIA WETTERLE RODRIGUES, MEGUMI SAITO
- BT/PEE/9714 - Tensões Induzidas em Linhas Aéreas por Descargas Atmosféricas Indiretas - Modelagem e Aplicação ao Cálculo de Interrupções - ALEXANDRE PIANTINI, JORGE M. JANISZEWSKI
- BT/PEE/9715 - RECMAP - Uma Ferramenta para Otimização em Síntese de Alto Nível Baseada em Reconhecimento Funcional e Mapeamento de Componentes - ANDRÉ GERHARD, JOSÉ VIEIRA DO VALE NETO
- BT/PEE/9716 - Estudo da Sinterização de Contatos Al/Ti por Recozimento Térmico Rápido Visando a Aplicação em Circuitos Integrados - ANGELO EDUARDO BATTISTINI MARQUES, ROGÉRIO FURLAN
- BT/PEE/9717 - Mixed H2/H- Control of Discrete-Time Markovian Jump Linear Systems - OSWALDO L. V. COSTA, RICARDO P. MARQUES
- BT/PEE/9718 - Aluminium Etching with CCl4-N2 Plasmas - ANGELA MAKIE MAKAZAWA, PATRICK VERDONCK
- BT/PEE/9719 - O Uso de Resistes Amplificados Quimicamente e de Sililação em Litrografia por Feixe de Elétrons - ANTONIO C. SEABRA, PATRICK B. VERDONCK
- BT/PEE/9720 - Implementação de um Simulador de um Circuito Neuro-Medular que Atua no Controle da Força Motora - LUIZ JURANDIR SIMÕES DE ARAÚJO, ANDRÉ FÁBIO KOHN
- BT/PEE/9721 - Avaliação das Características Físico-Químicas e Elétricas de Filmes de SiO2 Depositados por PECVD a Partir da Reação entre O2 e TEOS - ALVARO ROMANELLI CARDOSO E CLAUS MARTIN HASENACK
- BT/PEE/9722 - Controle e Simulação Dinâmica de Colunas de Destilação: Aplicação Prática em uma Coluna com Refluxo por Gravidade
- BT/PEE/9723 - Circuitos de Portas Lógicas Primitivas Implementados a Partir de uma Classe de Lógicas Paraconsistentes Anotadas - JOÃO INÁCIO DA SILVA FILHO, JAIR MINORO ABE, PEDRO LUÍS PRÓSPERO SANCHEZ
- BT/PEE/9724 - Lattice Heating and Energy Balance Consideration on the I-V Characteristics of Submicrometer Thin-Film Fully Depleted SOI NMOS Devices - CLAUDIA BRUNETTI, NELSON L. A. BRAGA, LUIZ S. ZASNICOFF
- BT/PEE/9725 - Identificação de um Processo de Neutralização de pH via Redes Neurais - SILVIO FLABOREA, CLAUDIO GARCIA
- BT/PEE/9726 - Uma Estratégia de Migração de Sistemas de Telefonia Móvel com Tecnologia AMPS para a Tecnologia CDMA - RONALD LUÍS CLARKSON EISNER, PAUL JEAN ETIENNE JESZENSKY
- BT/PEE/9727 - Controle de pH Usando Conceitos de Invariantes de Reações e Geometria Diferencial - OSCAR A. ZANABARIA S., CLAUDIO GARCIA
- BT/PEE/9728 - Estudo da Influência dos Parâmetros de Recozimento Térmico Rápido na Morfologia dos Filmes de TiSi2 Formados e sua Correlação com a Tensão Mecânica - SILVANA GASPAROTTO DE SOUZA, ARMANDO ANTONIO MARIA LAGANÁ, SEBASTIÃO GOMES DOS SANTOS FILHO
- BT/PEE/9729 - Analysis of Silicon Surface Microirregularities by LASER Light Scattering - JOSÉ CÂNDIDO DE SOUSA FILHO, SEBASTIÃO GOMES DOS SANTOS FILHO
- BT/PEE/9730 - Wavelets in Music Analysis and Synthesis: Timbres Analysis and Perspectives - REGIS ROSSI ALVES FARIA, RUGGERO ANDREA RUSCHIONI, JOÃO ANTONIO ZUFFO
- BT/PEE/9731 - Estudo de Efeitos Mútuos da Distribuição de Corrente em Condutores - AUGUSTO CARLOS PAVÃO, JORGE MIECZYSŁAW JANISZEWSKI
- BT/PEE/9801 - Equivalência entre a Semântica da Lógica de Transações e a Semântica de sua Implementação Prolog - PAULO E. SANTOS, FLÁVIO S. C. DA SILVA
- BT/PEE/9802 - Nash Game in Mixed H2/Hoo Control Theory a Convex Optimization Approach- HELENICE OLIVEIRA FLORENTINO, ROBERTO MOURA SALES
- BT/PEE/9803 - Text-Independent Speaker Recognition Using Vector Quantization and Gaussian Mixture Models - THOMAS E. FILGUEIRAS Fº., RONALDO O. MESSINA E EUVALDO F. CABRAL JR.
- BT/PEE/9804 - Elementos Piezoresistivos para Sensores de Pressão com Tecnologia CMOS - LUIZ ANTONIO RASIA, E. C. RODRIGUEZ

- BT/PEE/9805 - Automação do Processo de Casamento de Impedância em Sistemas de Aquecimento por Microondas - J. C. DE SOUZA, J. T. SENISE, V. C. PARRO, F. M. PAIT
- BT/PEE/9806 - Considerações para o Projeto de Células de Memória SI com Transistores HEMT - JAIME H. LASSO, EDGAR CHARRY R.
- BT/PEE/9807 - Covariance Controller with Structure Constraint and Closed Loop H Bound - ANTÔNIO CARLOS DE LIMA, ROBERTO MOURA SALES
- BT/PEE/9808 - Controle Unidimensional de Objetos: Uma Aplicação Prática em Fresadora Automática - MÁRCIO A. F. MURATORE, OSWALDO L. V. COSTA
- BT/PEE/9809 - Redes Neurais com Retardos Temporais Aplicadas ao Reconhecimento Automático do Locutor - ROGÉRIO CASAGRANDE, EUVALDO F. CABRAL JR.
- BT/PEE/9810 - Topological Computation and Voluntary Control - HENRIQUE SCHÜTZER DEL NERO, JOSÉ ROBERTO CASTILHO PIQUEIRA, ALFREDO PORTINARI MARANCA
- BT/PEE/9811 - Casamento de Impedância em Guia de Onda Retangular Utilizando como Variável Medida a Potência Refletida - J. C. DE SOUZA JR., J. T. SENISE
- BT/PEE/9812 - Applied Surface Science - RONALDO D. MANSANO, PATRICK VERDONCK, HOMERO S. MACIEL
- BT/PEE/9813 - Contribuição ao Estudo da Morfologia da Superfície e da Interface do Siliceto de Titânio Formado sobre Si (100) Empregando a Técnica de Microscopia de Força Atômica (AFM) - N. M. HASAN, A. A. M. LAGANÁ, S. G. SANTOS FILHO
- BT/PEE/9814 - Estudo Experimental da Tensão Mecânica em Filmes Finos de Cobre Obtidos por Evaporação ou Deposição Eletroquímica Espontânea - A. I. HASHIMOTO, S. G. FILHO
- BT/PEE/9815 - Controle Híbrido de Manipuladores Robóticos - WEBER ALLEGRI, JOSÉ JAIME DA CRUZ
- BT/PEE/9816 - Entropia Informacional e Cronobiologia - ANA AMÉLIA BENEDITO SILVA, JOSÉ ROBERTO CASTILHO PIQUEIRA
- BT/PEE/9817 - Estabilidade de Lyapunov e Controle de Atitude - FERNANDO SOUSA, FREITAS JÚNIOR, PAULO SÉRGIO PEREIRA DA SILVA
- BT/PEE/9818 - Projeto de um Conversor de Frequências Resistivo em Tecnologia MMIC - CLÁUDIA C. A. APARÍCIO, DENISE CONSONNI
- BT/PEE/9819 - Estudo de Sensibilidade de um Sistema de Modulação Digital via Simulação - RONALDO DI MAURO, LUIZ ANTONIO BACCALÁ
- BT/PEE/9820 - Engenharia do Conhecimento Aplicada ao Conhecimento Aplicado ao Domínio de Gerenciamento de Falhas em Redes de Comunicação: Uma Abordagem Baseada em Modelo - MARILZA ANTUNES DE LEMOS, MARCIO RILLO
- BT/PEE/9821 - Uma Biblioteca de Métodos de Resolução de Problemas de Planejamento para Fornecer Apoio à Aquisição de Conhecimento - LELIANE NUNES DE BARROS, MARCIO RILLO
- BT/PEE/9822 - Um Estudo de Técnicas de Aprendizado por Reforço Livre de Modelo - Aplicação ao Pêndulo Invertido - SÉRGIO RIBEIRO AUGUSTO, ADEMAR FERREIRA
- BT/PEE/9823 - Identificação de Sistemas Dinâmicos com Redes Neurais - FRANCISCO CARLOS PONS, CLÁUDIO GARCIA
- BT/PEE/9824 - Comparison between Single and Double Langmuir Probe Techniques for Analysis of Inductively Coupled Plasmas - RAUL M. DE CASTRO, GIUSEPPE A. CIRINO, PATRICK VERDONCK, HOMERO S. MACIEL, MARCOS MASSI, MARCELO B. PISANI, RONALDO D. MANSANO
- BT/PEE/9825 - DECMEF: Um Sistema de Decomposição Aplicada à Síntese de Máquinas de Estados Finitos - CARLOS HUMBERTO LLANOS QUINTERO, MARIUS STRUM
- BT/PEE/9826 - Controladores Preditivos Através de Desigualdade Matriciais Lineares - RENATO C. BARÃO, RICARDO P. MARQUES, OSWALDO L. V. COSTA
- BT/PEE/9827 - Parametrization of all H2 Optimal Output Feedback Controllers - JOÃO YOSHIYUKI ISHIHARA, ROBERTO MOURA SALES
- BT/PEE/9901 - Digital Equalization Using Time Delay Neural Network (TDNN) - MARIO ANDRÉS VERGARA ESCOBAR, EUVALDO F. CABRAL JR.
- BT/PEE/9902 - Simulação e Análise Estrutural do Modelo de Deposição da Publicação ICRP 66 - JOAQUIM CARLOS SANCHES CARDOSO, JOSÉ CARLOS T. DE BARROS MOARAES
- BT/PEE/9903 - Modelamento e Ajuste por Regra Sub-Ótica de Maximização da Informação da Mútua de um Sistema Reconhecedor de Palavras Isoladas, Independente do Falante, para Ambientes Adversos, com Redundância de Informação - MÁRIO MINAMI, IVANDRO SANCHES
- BT/PEE/9904 - Modelagem Matemática e Controle Multivariável do Tanque de Contato Empregado no Processo de Lixiviação dos Minerais Niquelíferos - DANIEL GUZMÁN DEL RÍO, CLAUDIO GARCIA
- BT/PEE/9905 - Avaliação de Transdutores para Análise Metabólica Humana - HENRIQUE TAKACHI MORIYA, JOSÉ CARLOS T. DE BARROS MORAES
- BT/PEE/9906 - Estudo da Aplicação do Método TLM-2D à Análise de Campos Eletromagnéticos - MARCO ANTONIO MATHIAS, JORGE M. JANISZEWSKI

- BT/PEE/9907 – Comportamento Transitório de Campos Eletromagnéticos em Meios Condutivos: Simulação Computacional Eficiente por Diferenças Finitas no Domínio do Tempo – ALEXANDRE AUGUSTO OTTATI NOGUEIRA, JORGE MIECZYSLAW JANISZEWSKI
- BT/PEE/9908 – H_2 and H_{∞} Control for Maglev Vehicles – ANSELMO BITTAR, ROBERTO MOURA SALES
- BT/PEE/9909 – Amplificador Distribuído em GaAs – 1 a 17 GHz – CRISTIANE FERREIRA DE ARAÚJO, FATIMA SALETE CORRERA
- BT/PEE/9910 – Modelo Não-Linear de MESFET para Simulação de Amplificadores de Alta Eficiência – ANTONIO SANDRO VERRI, FATIMA SALETE CORRERA
- BT/PEE/9911 – Projeto de um Sistema de Propulsão e Levitação Magnética com Dois Graus de Liberdade – ALEXANDRE BRINCALEPE, FELIPE MIGUEL PAIT
- BT/PEE/9912 – A New Technique to Obtain the MOS Gate Oxide Thickness and Electric Breakdown Field Distributions From Fowler-Nordheim Tunneling Current – WILLIAN AURÉLIO NOGUEIRA, SEBASTIÃO GOMES DOS SANTOS FILHO
- BT/PEE/9913 – Polarization Effects on the Raman and Photoluminescence Spectra of Porous Silicon Layers – WALTER JAIMES SALCEDO, FRANCISCO JAVIER RAMIREZ FERNANDEZ
- BT/PEE/9914 – Aproximação Gaussiana Melhorada Aplicada na Análise de um Método de Aquisição em Dois Estágios para Sistemas DS/CDMA – IVAN ROBERTO SANTANA CASELLA, PAUL JEAN ETIENNE JESZENSKY
- BT/PEE/9915 – Simulação e Análise de Soluções de Comunicação entre Sub-Redes IP sobre ATM – MARCELO ZANONI SANTOS, JOÃO ANTONIO ZUFFO
- BT/PEE/9916 – Uma Nova Abordagem para a Análise Computacional de Movimento – RAMONA M. STRAUBE, JOÃO ANTONIO ZUFFO
- BT/PEE/9917 – Caches Remotos e Prefetching em Sistemas Multiprocessadores de Alto Desempenho – Considerações Arquiteturais – EDWARD DAVID MORENO, SERGIO TAKEO KOFUJI
- BT/PEE/9918 – Um Modelo de Referência para o Controle do Processo de Lodo Ativado – OSCAR A. ZANABRIA SOTOMAYOR, SONG WON PARK, CLAUDIO GARCIA
- BT/PEE/9919 – Identificação Não-Linear de um Processo de Neutralização de pH Multivariável Utilizando Modelos Narmax Polinomiais com Tempo Morto – ROSIMEIRE APARECIDA JERÔNIMO, CLAUDIO GARCIA
- BT/PEE/9920 – Avaliação do U-Net em Clusters com Rede Myrinet – PAULO A. GEROMEL, SERGIO T. KOFUJI
- BT/PEE/9921 – Implementação de Finos Diafragmas em Lâminas de Silício Monocristalino, Altamente Dopadas com Boro, Visando Fabricação de Microsensores de Pressão CMOS Utilizando Pós-Processamento – HUMBER FURLAN, EDGAR R. CHARRY
- BT/PEE/9922 – A5GHz Continuous Time Sigma-Delta Modulador Implemented in $0.4\mu\text{m}$ InGaP/InGaAs – A. OLMOS, E. CHERRY, M. NIHEI, Y. WATANABE
- BT/PEE/9923 – Dimensionamento de Unidades Remotas de Sistemas VSAT – CLAUDIO TRÁPAGA FAGUNDES DO NASCIMENTO FILHO, FATIMA SALETE CARRERA
- BT/PEE/9924 – Implementação de um Pós-Filtro Adaptativo para a Melhora de Qualidade Perceptual de Sinais de Voz com Ruído – CELSO SETSUO KURASHIMA, IVANDRO SANCHES
- BT/PEE/9925 – Redes Neurais Artificiais Aplicadas a Estimção de Processos Biotecnológicos – PEDRO S. PEREIRALIMA, ZSOLT L. KOVÁCS
- BT/PEE/9926 – The Utilization of Low Temperature Co-Fired Ceramics (LTCC-ML) Technology for Meso-Scale SEM, a Simple Thermistor Based Flow Sensor – M. GONGORA-RUBIO, L. M. SOLÁ-LAGUNA, P. J. MOFFETT, J. J. SANTIAGO-AVILÉS
- BT/PEE/9927 – Análise do Desempenho de uma Rede ATM sob Tráfego Heterogêneo – HANS MARCELO GAMARRA DELGADO, JOSÉ ROBERTO DE ALMEIDA AMAZONAS
- BT/PEE/9928 – Ambiente de Síntese de Circuitos CMOS de Alto Desempenho – FABIO LUÍS ROMÃO, WILHELMUS A. M. VAN NOIJE
- BT/PEE/9929 – Polarization Effect on Raman Scattering and Photoluminescence Spectra in Porous Silicon Layer – WALTER JAIMES SALCEDO, FRANCISCO JAVIER RAMIREZ FERNANDEZ
- BT/PEE/9930 – Photonic Band Structure of Periodic-Like Porous Silicon – WALTER JAIMES SALCEDO, FRANCISCO JAVIER RAMIREZ FERNANDEZ
- BT/PEE/9931 – Investigação da Aplicação de Redes Neurais Artificiais à Solução de Problemas Inversos em Eletromagnetismo – THIAGO ANTONIO GRANDI DE TOLOSA, JORGE MIECZYSLAW JANISZEWSKI
- BT/PEE/9932 – Células Solares Fotovoltaicas de Silício Mono e Multicristalino com Camadas Antirefletoras Simples (SiN:H) e Duplas (SiN:H/SiO_2 fino) Depositadas por PECVD – KÁTIA APARECIDA ABADE, FERNANDO JOSEPETTI FONSECA
- BT/PEE/9933 – Controle de Posição de Manipuladores Pré-Compensação com Filtro de Kalman – RENATO VENTURA BAYAN HENRIQUES, JOSÉ JAIME DA CRUZ
- BT/PEE/9934 – Controle Preditivo Adaptativo Não-Linear Aplicado a um Processo de Neutralização de pH – JOSÉ MARÍA VARGAS LARA, CLAUDIO GARCIA

- BT/PEE/9935 – Aperfeiçoamento de um Sistema de Medição de Pressão Arterial por Método Oscilométrico – MARCELO CERULLI, JOSÉ CARLOS TEIXEIRA DE BARROS MORAES
- BT/PEE/9936 – Reconhecimento Automático do Locutor com Redes Neurais Artificiais do Tipo Radial Basis Function (RBF) e Minimal Temporal Information (MTI) – ANTONIO P. TIMOSZCZUK, EUVALDO F. CABRAL JR.
- BT/PEE/9937 – Power Control in Dynamic Channel Assignment Algorithms for Cellular Systems – BENEDITO JOSÉ BARRETO FONSECA JUNIOR, PAUL JEAN ETIENNE JESZENSKY
- BT/PEE/9938 – Inequações Varicionais para o Problema de Parada Ótima com Controle Contínuo de Processos de Markov Determinísticos por Parte – C A B RAYMUNDO, O L V COSTA
- BT/PEE/9939 – Projeto de um Sistema de Refrigeração Industrial com 'Set-Point' Variável – FRANCISCO SALVADOR, CLAUDIO GARCIA
- BT/PEE/9940 – Observadores Derivativos e Exponenciais numa Coluna de Destilação Binária – JOSÉ HERNANDEZ LOPEZ, CLAUDIO GARCIA

