

## ESTUDOS DE CRESCIMENTO DE DIAMANTE - CVD

Elaine Cristina Goulart

Aluna da Escola de Engenharia Industrial - Bolsa PIBIC / CNPq

Orientador: Dr. Vladimir Jesus Trava-Airoldi, Pesquisador

Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais - INPE

Laboratório Associado de Sensores e Materiais - LAS

Avenida dos Astronautas, 1758 - Caixa Postal 515

São José dos Campos - SP

O grupo de crescimento de filmes de diamante-CVD do LAS/INPE, tem acompanhado os estudos e desenvolvimento mundiais de perto, tendo conseguido resultados atraentes a nível nacional e internacional[1,2]. A curiosidade científica tem estado presente com estudos que buscam o entendimento dos possíveis mecanismos envolvidos com o processo CVD("Chemical Vapor Deposition") [3,4]. No campo tecnológico, tem-se conseguido empenhar grande esforço buscando a formação de recursos humanos e mais recursos financeiros, com o objetivo de se colocar esse material, de grande interesse econômico, ao alcance da indústria brasileira, nas mais diversificadas formas de aplicações, como está descrito na Referência 1.

O objetivo do grupo é estar presente na aplicação da indústria mecânica que é bastante atraente, devido a possibilidade do uso em ferramentas de corte como camadas protetoras, como camada anti-atrito em juntas espaciais, especialmente as de satélites, em motores automotivos e aeronáuticos, proteção de superfícies para ambientes agressivos, etc. Aplicações ópticas e da área médica são, também, prioridades. Sendo assim, o objetivo desse trabalho, está voltado para a área da indústria, principalmente a mecânica. Com o estudo das diferentes formações morfológicas, obteve-se o conhecimento para desenvolver um apalpador mecânico de alta durabilidade, visto que os apalpadores mecânicos utilizados atualmente, possuem baixa resistência ao desgaste. Este apalpador tem interesse direto da indústria de controle da qualidade que operam com alta tecnologia de materiais e processamento destes.

Para o crescimento do filme de diamante, que posteriormente deve ser soldado no material do apalpador, utilizou-se a técnica assistida por filamento quente, que compreende de um filamento de tungstênio de 300 $\mu$  de diâmetro em forma de espiras, colocado acima do substrato a uma temperatura entre 2000 e 2500°C. Dentro do reator que é uma pequena câmara em vidro pyrex em baixa pressão, cerca de 50 Torr, coloca-se uma mistura de gás metano diluído em hidrogênio (2% vol.). Esse meio ativo transforma as moléculas desses gases em radicais de hidrogênio e radicais contendo carbono, que através de reações químicas de superfícies dão início ao crescimento do filme de diamante.

O material do substrato utilizado foi o molibdênio já com a forma de uma canaleta, que é a forma utilizada em determinados tipos de apalpadores. Foram feitas várias tentativas de obter o filme auto-sustentado nesta forma, desenvolvendo os parâmetros ideais para o crescimento do filme em formas que não sejam em superfícies planas. O reator foi mantido funcionando sem interrupções durante cerca de 100 horas em condições estáveis, de forma que foi obtido um filme de cerca de 200  $\mu$ m de espessura. Depois de obtido o filme de diamante, o molibdênio é dissolvido por ataque químico e o filme de diamante fica auto-sustentado. O próximo passo foi o de processar o filme de diamante a Laser para cortar nas dimensões adequadas para a solda na superfície do apalpador.

O material do apalpador é um aço ferramenta na forma de cunha arredondada.

O material da solda é uma liga especial de titânio, cobre e prata, cujo ponto de fusão está em torno de 850°C. O equipamento utilizado para a solda foi um forno vertical à vácuo com controle de temperatura até cerca de 1100°C. Antes do procedimento de solda o apalpador passa por um processo de desengraxe, com o objetivo de se retirar a sujeira, para que esta não interfira na qualidade da solda.

Então monta-se o dispositivo de solda, com o apalpador, o material da solda e o filme de diamante, que serão colocados em um tubo de quartzo e levados ao forno. Após a montagem do tubo de quartzo, inicia-se o vácuo ligando-se a bomba mecânica e em seguida a bomba difusora. O tempo para se fazer o vácuo é de aproximadamente 30 minutos e o nível de vácuo é controlado por medidores de baixo e alto vácuo, acoplados ao sistema. Em seguida através do controlador de temperatura, aumenta-se a temperatura do forno até atingir aproximadamente 880°C, aguarda-se 10 minutos para a temperatura do forno estabilizar e então desliga-se o controlador e aguarda-se até a temperatura chegar a aproximadamente 25°C, para que o apalpador possa ser retirado do forno.

Para verificar a resistência da solda entre o apalpador e o filme de diamante e também para testar a durabilidade do apalpador com filme de diamante, testes foram realizados em um torno, prendendo-se um eixo de alumínio-silício na placa do torno e utilizando-se o apalpador como a ferramenta de corte. O fato de se usar a liga de AlSi é porque trata-se de uma liga muito dura e normalmente utilizada na fabricação de partes de motores, principalmente, os automotivos. A figura abaixo mostra a forma do apalpador desenvolvido no nosso laboratório.

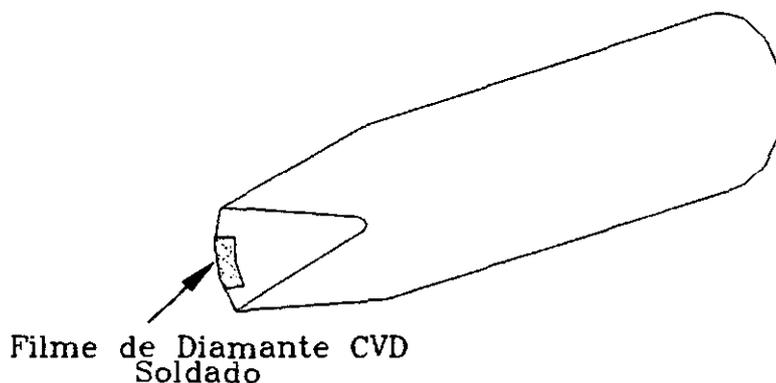


Figura 1. Esquema do apalpador mecânico

## Referências

- 1 - TRAVA-AIROLDI, V.J., E.J.Corat, V.Baranauskas. CVD DIAMOND: Emerging Technology for Tooling Applications, in Advanced Ceramics for Tools Applications. Vol.3, Trans Tech, Switzewrland, 1996, no prelo.
- 2 - TRAVA-AIROLDI, V.J., CORAT, E.J., LEITE, N.F.,NONO, M.C., FERREIRA, N.G., and BARANAUSKAS, V., Diamond and Related Materials, Vol. 5 857 (1996).
- 3 - FERREIRA, N.G., CORAT, E.J., TRAVA-AIROLDI, V.J., LEITE, N.F. and BARROS, R.C.M., "H Actionometry with CF<sub>4</sub> Addition in Microwave Plasma-Assisted Chemical Vapor Deposition", accepted to be published in Diamond and Related Materials (1996).
- 4 - CORAT, E.J., FERREIRA, N.G., TRAVA-AIROLDI, V.J., LEITE, N.F., BARROS, R.C.M. E IHA, K., "Diamond Seeds Consolidation onto Untreated Silicon Substrate" Accepted to be published in Material Science Letters (1996).