XXV Congresso de Iniciação Científica da Unicamp

18 a 20 Outubro Campinas | Brasil

Desenvolvimento do sistema de refrigeração de um Manipulador UHV para o dispositivo detector de luz LT-STM.

Ronaldo R. F. Vieira*, Yves M. Auad, Luiz F. Zagonel

Resumo

Este trabalho consistiu no planejamento para execução de um sistema de refrigeração a temperaturas criogênicas compatível com UHV (Ultra-High Vacuum). Para tal finalidade, foi realizado um estudo das propriedades dos materiais com o objetivo de selecionar a melhor opção de acordo com nossas necessidades e limitações. Esse sistema será utilizado em um detector de luz que será instalado em um microscópio de varredura de tunelamento operando em baixas temperaturas.

Palavras-chave:

Criogenia, Microscópio, UHV

Introdução

O projeto busca desenvolver um sistema de refrigeração que alcance de início temperaturas ~ 77 K (com fluxo de N_2 líquido) até ~ 20 K (com fluxo de He líquido), com a finalidade de ser integrado a um Manipulador UHV do microscópio de tunelamento de varredura (LT-STM). Esse manipulador é parte fundamental de um dispositivo detector de luz que está sendo construído.

A refrigeração a temperaturas criogênicas em UHV exigem uma delicada escolha de materiais, pois o desempenho requerido depende desse fator. Nesse projeto, estamos definindo as melhores estratégias para atingir baixas temperaturas preservando o vácuo do equipamento.

Resultados e Discussão

Resfriamento Haste/Espelho: A melhor refrigeração é obtida através da circulação de líquido criogênico. Para que seja possível transportar N_2 e He líquido de um ambiente de pressão atmosférica para outro em UHV é preciso utilizar um 'passante' de líquidos adequado a fluidos criogênicos e com conectores adequados para o ambiente UHV, como o Swagelok. Veja o tubo passante de transporte na Figura 1, da empresa Kurt J. Lesker. Com isso, o espelho poderá ser refrigerado através de uma malha de cobre que será conectada nos tubos passantes e na haste. Assim o transporte de calor será realizado totalmente por condução térmica.

Figura 1: Dispositivo de transporte de N_2 e He líquido.

Isolante Térmico: visto que o sistema busca alcançar temperaturas criogênicas, surge o empecilho com o mecanismo piezoelétrico (dispositivo encarregado de movimentar o conjunto Haste/Espelho), cujo correto funcionamento é em temperatura ambiente. Sendo

assim, foi selecionado Polyether ether ketone (PEEK), que será usado como parafuso e porca para desacoplar o piezoelétrico do sistema, pois possui condutividade térmica (κ) de $0,25 \text{ W K}^{-1} \text{ m}^{-1}$ além de ser compatível com UHV.

Isolante Elétrico: como o espelho estará em um potencial de 5V, devido ao sistema detector de colisões que será ligado ao mesmo, é importante que este esteja isolado eletricamente e que ao mesmo tempo conduza termicamente. Desta forma, foi escolhido Nitreto de Alumínio (AlN), o qual será empregado ao sistema em forma de uma camada entre a superfície de contato da malha com os passantes, em razão de possuir $\kappa > 170 \text{ W K}^{-1} \text{ m}^{-1}$ e condutividade elétrica maior que 10^{-14} S .

Sensores de Temperatura: para que seja possível monitorar a temperatura em cada estágio do sistema e assim encontrar possíveis erros de refrigeração no dispositivo, foi selecionado sensores de temperatura PT100, os quais possuem grande compatibilidade com UHV e alta sensibilidade em temperaturas criogênicas. Serão instalados em quatro pontos estratégicos (espelho, haste, piezoelétrico e malha de cobre).

Conclusões

O sistema de refrigeração do manipulador UHV desencadeia uma série de estudos em diversos tópicos, desde a seleção de materiais até as plausíveis soluções de projetos, tornando-se alvo de estudos que engloba tanto a Física como Engenharia de Materiais.

A solução desenvolvida até aqui é a base do primeiro protótipo que será testado via simulações e posteriormente será construído.

Agradecimentos

Agradecemos o financiamento do CNPQ e da FAPESP, projetos 2014/23399-9 e 2012/10127-5.

EKIN, J. W. **Experimental Techniques for Low-Temperature Measurements:** Cryostat Design, Material Properties, and Superconductor Critical-Current Testing. Oxford University Press, 1ª ed., 2006.

O'HANLON, J. F. **A user's guide to vacuum technology.** Wiley-Interscience, 3ª ed., 2003.

ROTH, A. **Vacuum technology.** North Holland, 1ª ed., 1976.