

ESTUDO DAS PROPRIEDADES BÁSICAS DE MATERIAIS AVANÇADOS PARA APLICAÇÕES TECNOLÓGICAS E INDUSTRIAIS

ENGENHARIA DO PRODUTO E DO PROCESSO

GERÊNCIA E OTIMIZAÇÃO DE SISTEMAS DE PRODUÇÃO

1. Introdução O ser humano sempre procurou meios de melhorar a sua condição de vida. Para isso, faz uso dos recursos naturais disponíveis e procura transformar os recursos naturais em produtos cada vez mais eficientes, criando novas possibilidades de aplicações. Dessa forma, os materiais passaram a ser classificados conforme as suas principais características, o que possibilitou observar propriedades comuns e interessantes para as mais diversas aplicações. Materiais são substâncias cujas propriedades os tornam utilizáveis em máquinas, dispositivos, estruturas, ou produtos consumíveis. Assim, é fundamental conhecer as propriedades dos materiais. Esses materiais são utilizados nos meios de transporte, residências, no vestuário, nos meios de comunicação, no processamento de dados, no comércio, no lazer, na produção de alimentos, nos itens de saúde e de ensino, na geração e transporte de energia e em muitas outras áreas, atividades e segmentos. Dessa forma, o conhecimento e a habilidade em produzir e manipular materiais afetam diretamente a qualidade de vida da população. O nível de desenvolvimento de um povo está diretamente relacionado à sua habilidade em produzir e manipular os materiais. O conhecimento dos princípios básicos e dos fundamentos dos materiais é fundamental para que o progresso do desenvolvimento de novos materiais e processos de fabricação possam ter continuidade.

2. Objetivos

Objetivos Gerais: relacionar a composição, estrutura e processamento de materiais com suas propriedades e suas aplicações. Objetivos Específicos: determinar a viabilidade técnica do emprego de novos materiais para aplicação na indústria de tecnologia de ponta; investigar as propriedades estruturais e as diferentes fases de materiais, as quais possuem propriedades diferentes, acarretando que para uma determinada aplicação tecnológica uma fase pode ser mais conveniente que a outra.

3. Materiais a Serem Pesquisados Nesta pesquisa propomos o estudo em três frentes distintas: 1) Semicondutores de Gap Largo; 2) Grafeno e 3) Siliceno. Estas três frentes de pesquisa são especificadas em seguida.

3.1 Semicondutores de Gap Largo Componentes eletrônicos estão presentes na maioria das atividades humanas, as quais dependem de forma direta ou indireta de algum sistema eletrônico. Dessa forma, a eletrônica está se tornando o maior mercado mundial, tendo um valor atual estimado acima de um trilhão de dólares, lembrando que todos os dispositivos eletrônicos são baseados em materiais. Os materiais semicondutores provocaram um alavancando formidável na indústria eletrônica e promoveram uma grande revolução da computação e da eletrônica. Dentre os dispositivos criados com materiais semicondutores podemos citar: diodos, light emitting diodes (LEDs), transistores, detectores e emissores diversos, dispositivos eletroluminescentes, displays transparentes, películas finas, etc. Os semicondutores de gap largo são particularmente atraentes para aplicações em dispositivos de alta potência e temperaturas operacionais elevadas. Entre estes materiais de gap largo podemos destacar o Nitreto de Gálio (GaN) e o Nitreto de Alumínio (AlN), compostos de zinco (ZnS, ZnSe, ZnTe, etc.) e politipos do carbeto de silício (x-SiC), os quais serão estudados nesta pesquisa. Dos materiais candidatos para aplicações em dispositivos de alta potência os mais atraentes são o GaN e também alguns dos vários politipos do SiC. Em ambos materiais, a intensidade do campo elétrico de ruptura é cerca de quatro vezes maior que nos semicondutores Silício (Si) ou Arseneto de Gálio (GaAs). Além das propriedades similares ao GaN, como grande largura de gap, alta velocidade de saturação dos portadores e constante dielétrica pequena, o SiC tem uma condutividade térmica significativamente maior. Uma alta condutividade térmica é necessária

para superar os efeitos de aquecimento do dispositivo, o que é particularmente importante em amplificadores de potência. Nesta linha de pesquisa serão investigadas as propriedades estruturais e de transporte dos semicondutores GaN, AlN, InN, ZnS, ZnSe, ZnTe, e o SiC em suas várias formas.

3.2 Grafeno

O grafeno (veja Fig. 1) é uma das formas cristalinas do carbono, assim como o diamante, o grafite, os nanotubos de carbono e fulerenos. Esse material pode ser considerado tão ou mais revolucionário que o plástico e o silício. Quando produzido com alta qualidade pode ser muito forte, leve, quase transparente, um excelente condutor de calor e eletricidade. É o material mais forte já encontrado, consistindo em uma folha plana de átomos de carbono densamente compactados em uma grade de duas dimensões. É um ingrediente para materiais gráfiticos de outras dimensões, como fulerenos, nanotubos ou grafite. Entre as inúmeras aplicações e estudos a que o grafeno tem sido submetido em diversos centros de pesquisa do mundo podemos destacar:

- 1) estudo de cientistas da Rice University identificou que o óxido de grafeno tem a capacidade de remover material radioativo de água contaminada;
- 2) cientistas da universidade de Manchester mostraram que o grafeno é impermeável a tudo, exceto à água, abrindo então a possibilidade da aplicação do grafeno para filtrá-la.
- 3) um papel anti-bactérias feito à base de grafeno foi criado para embalar alimentos na Universidade de Xangai. Como ele só é permeável à água inibe o crescimento de micro-organismos;
- 4) um sensor de grafeno capaz de monitorar a saúde bucal está em testes na Princeton University;
- 5) na universidade americana de Columbia, engenheiros usaram o grafeno para desenvolver o menor transmissor de frequência modulada;
- 6) cientistas da Nanyang Technological University, em Singapura, usaram a sensibilidade à luz do grafeno para criar um sensor para câmeras fotográficas dez vezes melhor que os atuais;
- 7) em função da baixa densidade e da enorme resistência, o grafeno pode ser usado na confecção de pequenos componentes que devem ser extremamente resistentes;
- 8) podem ter aplicações como baterias para smartphones e notebooks que são inteiramente recarregadas em pouco tempo;
- 9) interruptores ópticos para aumentar a velocidade da transmissão de dados;
- 10) painéis para captação de energia solar;
- 11) a capacidade de armazenar amônia e outros gases torna o grafeno útil na detecção de vazamentos inclusive o de explosivos;
- 12) revestimentos para evitar ferrugem;
- 13) aplicado em camadas o grafeno “esfria” e, por isso, estende a vida útil de componentes eletrônicos;
- 14) circuitos transparentes podem ser feitos com grafeno, os chamados “espelhos inteligentes”;
- 15) cientistas da Swinburne University of Technology desenvolveram um disco capaz de armazenar três vezes mais dados que um Blu-ray;
- 16) um suporte microscópico capaz de armazenar dados. Nele, o grafeno funciona como “papel” e os elétrons, como “tinta”.
- 17) a IBM vem desenvolvendo pesquisas com grafeno e silício combinados para desenvolver um novo tipo de chip mais potente;
- 18) engenheiros da Universidade do Michigan usaram o grafeno para desenvolver lentes ultra-finas capazes de capturar imagens em infravermelho;
- 19) em testes realizados com células animais na Polônia, o grafeno apresentou bons resultados no combate ao glioma (tipo de tumor que aparece no cérebro e na espinha). Ao formar uma rede em torno da célula doente, o grafeno cortava seu suprimento de oxigênio e nutrientes, terminando por levar a célula cancerígena à morte;
- 20) combinado a um filme elástico de polímero, o grafeno pode ser uma boa matéria-prima para músculos artificiais;
- 21) células da retina foram substituídas por tecido feito a partir de grafeno em testes realizados por pesquisadores alemães da Technical University of Munich;
- 22) pesquisadores da universidade de Harvard e do MIT desenvolveram um novo método utilizando o grafeno para sequenciar material genético.

Nesta linha de pesquisa serão investigadas as propriedades estruturais a dinâmica e a termodinâmica de rede do grafeno.

3.3 Siliceno

O siliceno (veja Fig. 2) é uma estrutura composta unicamente por átomos de silício. Ele não é plano como o grafeno, apresentando uma estrutura cheia de altos e baixos. A aparência da estrutura do siliceno se assemelha à uma tela de galinheiro, onde

cada “nó” da tela é um átomo de silício. O silício é um semicondutor, que é a base de toda a eletrônica, o que significa que ele pode conduzir eletricidade ou bloquear sua passagem. A vantagem de se utilizar o siliceno é o fato de ser naturalmente semicondutor como o silício, mas ultrafino como o grafeno. Teoricamente, esse novo material deverá ter propriedades equivalentes às do grafeno. Mas sua grande vantagem é que ele é totalmente compatível com o restante da eletrônica, já que é essencialmente o mesmo material já usado atualmente pelo mercado, facilitando o processo de integração. O siliceno poderá aumentar a velocidade e diminuir o gasto de energia das futuras gerações de chips de computador, caso as previsões sejam confirmadas por experimentos que estão em andamento em vários laboratórios ao redor do mundo. O crucial, contudo, é que o siliceno é um semicondutor por natureza, o que o coloca como um material capaz de substituir o silício de forma direta, já tendo sido utilizado em testes em transistores experimentais para demonstração de seu potencial. Nesta linha de pesquisa serão investigadas as propriedades estruturais a dinâmica e a termodinâmica de rede do siliceno. Assim, é de grande interesse tanto do ponto de vista científico quanto tecnológico o estudo destes materiais: 1) semicondutores de gap largo, 2) grafeno e 3) siliceno, e as suas devidas aplicações tecnológicas e industriais. 4. Metodologia Serão utilizados ensembles estatísticos para realizar a modelagem física e matemática de sistemas complexos na área de ciências de materiais. Estes ensembles estatísticos que serão aqui empregados estão disponíveis nas duas referências da Bibliografia. 5. Bibliografia 1. Luzzi, R.; Vaconcellos, A. R.; Ramos, José G.; Rodrigues, Clóves G. Statistical