



Inovações Tecnológicas – Junho de 2022

São apresentadas as informações sobre: Músculos artificiais que se passam por músculos humanos; Teletransporte funciona pela primeira vez entre qubits distantes, formando uma rede; Miniaturização extrema: Transistores podem chegar a 1 nanômetro; Vejam como a tecnologia está evoluindo de forma surpreendente.

1 – Músculos artificiais que se passam por músculos humanos

Músculos artificiais que podem se passar por músculos humanos

Estas fibras podem ser usadas como estruturas musculares em robôs, mas aplicações humanas também estão em vista.



[Imagem: Penn State University/University of Texas at Austin]

1.1 - Atuador muscular

Pesquisadores criaram um novo tipo de fibra que pode funcionar como um atuador muscular, um músculo artificial, em muitos aspectos superior às opções que existem hoje.

E, mais importante, essas fibras musculares são simples de fazer e reciclar.

Imitar os atuadores do corpo humano, mais especificamente as fibras que controlam o movimento muscular, levou a muitas inovações para melhorar a robótica e os membros protéticos, mas também beneficiou outras áreas, como a refrigeração e a geração de eletricidade.

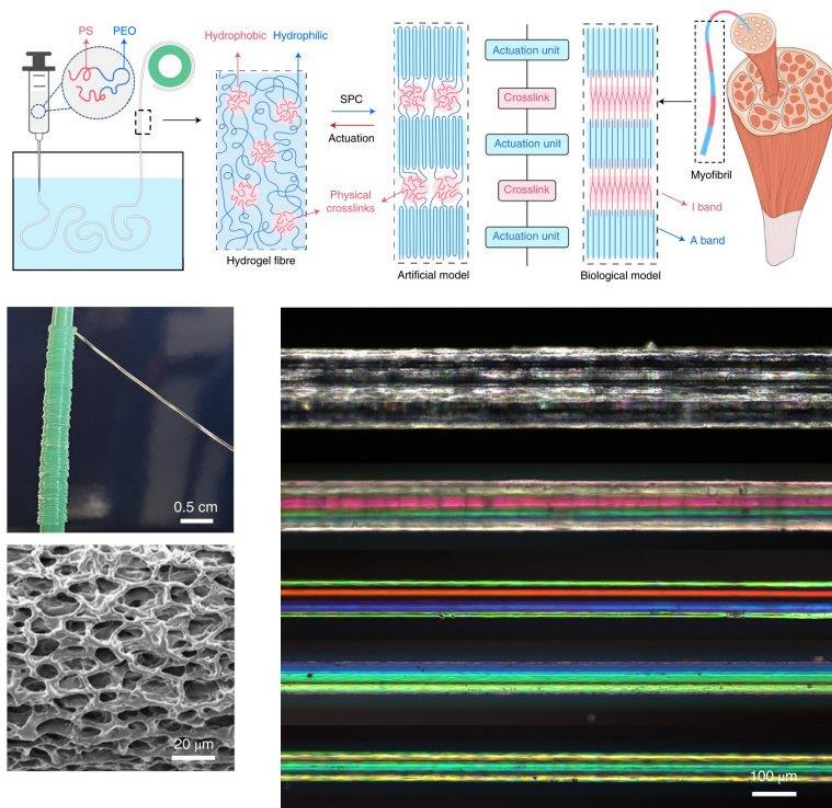
O problema é que a criação desses atuadores normalmente envolve processos complexos e matérias-primas caras e difíceis de encontrar.

"Atuadores são qualquer material que mude ou se deforme sob qualquer estímulo externo, como partes de uma máquina que se contraem, dobram ou expandem," explicou o professor Robert Hickey, que desenvolveu as novas fibras com colegas das universidades Estadual da Pensilvânia e Texas. "E, para tecnologias como a robótica, precisamos desenvolver versões

macias e leves desses materiais que possam atuar basicamente como músculos artificiais. Nosso trabalho é realmente encontrar uma nova maneira de fazer isso."

1.2 - Músculos artificiais que podem se passar por músculos humanos

O processo de fabricação é simples e as fibras são facilmente recicláveis.



[Imagem: Chao Lang et al. - 10.1038/s41565-022-01133-0]

1.3 - Músculo mecânico

A matéria-prima básica da nova fibra é conhecida como um copolímero em bloco. Para fabricá-la, basta colocar o copolímero em um solvente e depois adicionar água.

Uma parte do polímero é hidrofílica (atraída pela água), enquanto a outra parte é hidrofóbica (resistente à água). As partes hidrofóbicas do polímero se agrupam para se proteger da água, criando a estrutura da fibra.

Enquanto fibras musculares artificiais tipicamente requerem uma corrente elétrica para estimular seu movimento, aqui o que ocorre é uma reação mecânica, o que significa que as peças cuidam da maior parte do trabalho por si mesmas. Uma vantagem adicional é que é simples reverter o processo e devolver os pedaços da fibra aos seus estados originais, facilitando a reciclagem do material.

As fibras mostraram-se 75% mais eficientes em termos de conversão de energia em movimento, são capazes de lidar com 80% mais tensão e giram com mais velocidade e força - sempre em comparação com os melhores músculos artificiais atuais. E elas ainda podem esticar até mais de 900% do seu comprimento antes de se partir.

Como a descoberta das fibras foi feita por acaso - a equipe estava trabalhando em membranas para filtragem - o plano agora é tentar induzir mudanças estruturais no polímero para melhorar algumas das propriedades de atuação, incluindo densidade de energia e velocidade. A equipe também pretende usar a mesma técnica para criar atuadores que respondam a diferentes estímulos, como a luz.

Bibliografia:

Artigo: Nanostructured block copolymer muscles

Autores: Chao Lang, Elisabeth C. Lloyd, Kelly E. Matuszewski, Yifan Xu, Venkat Ganesan, Rui Huang, Manish Kumar, Robert J. Hickey

Revista: Nature Nanotechnology

DOI: 10.1038/s41565-022-01133-0

2 - Teletransporte funciona pela primeira vez entre qubits distantes, formando uma rede

Internet quântica: Teletransporte funciona pela primeira vez entre qubits distantes
Como os qubits não têm qualquer tipo de interligação física, eles formam os primórdios de uma rede quântica inerentemente segura.



[Imagem: Qutech/EVA Explainer]

2.1 - Internet quântica

Depois de demonstrarem que o teletransporte quântico pode ser prático, seguro e confiável e usá-lo para criar a primeira rede quântica com mais de dois nós, pesquisadores da Universidade de Tecnologia de Delft, nos Países Baixos, deram o passo que faltava para demonstrar a semente a partir da qual poderá crescer a internet quântica.

Sophie Hermans e seus colegas usaram pela primeira vez o teletransporte quântico para transferir informações entre qubits distantes um do outro, fazendo com que a coisa se pareça ainda mais com o meio de transporte de Jornada nas Estrelas - não, provavelmente não chegaremos lá como fruto destas pesquisas, porque só a informação é teletransportada, não a matéria.

De fato, o protocolo de teletransporte quântico deve seu nome às semelhanças com o teletransporte dos filmes de ficção científica: O bit quântico desaparece do lado do remetente e aparece do lado do receptor.

Como a informação, portanto, não precisa viajar pelo espaço intermediário, não há chance de que ela seja perdida ou interceptada, tornando esta uma técnica crucial para garantir

uma criptografia quântica verdadeira para as redes do futuro - uma rede quântica não será necessariamente mais rápida do que as redes ópticas atuais, mas ela será inerentemente segura.

Várias equipes já demonstraram esse teletransporte usando vários tipos de qubits. Contudo, em todos os casos, os qubits estavam de alguma forma adjacentes ou interligados.

Agora, o fenômeno funcionou entre qubits distantes, sem nenhuma conexão direta entre eles.

2.2 - Internet quântica: Teletransporte funciona pela primeira vez entre qubits distantes

A informação é teletransportada entre qubits distantes, sem conexão direta.



[Imagem: Scixel for QuTech]

2.3 - Teletransporte quântico

Para poder teletransportar a informação entre bits quânticos, são necessários alguns ingredientes: Um link por entrelaçamento (emaranhamento) quântico entre o remetente e o receptor, um método confiável para ler os qubits e a capacidade de armazenar temporariamente os valores dos qubits.

Para conseguir fazer isto pela primeira vez entre qubits não adjacentes - em outras palavras, em uma rede - a equipe usou três qubits separados construídos no interior de diamantes, que conseguem reter os dados por períodos mais longos.

O teletransporte consiste em três etapas (os três qubits foram batizados de Alice, Bob e Charlie). Primeiro, o "teletransportador" deve ser preparado, o que significa que um estado emaranhado deve ser criado entre Alice e Charlie - Alice e Charlie não têm conexão física direta, mas ambos estão diretamente conectados a Bob.

Feito o emaranhamento com Alice, Bob então armazena seu dado e, em seguida, cria um estado entrelaçado com Charlie. É aí que "mágica" funciona: Realizando uma medição especial em seu processador, Bob por assim dizer "envia" seu estado. Resultados: Alice e Charlie agora estão entrelaçados e o teletransportador está pronto para ser usado!

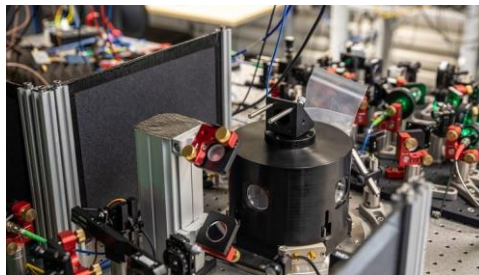
O segundo passo é criar a mensagem - o bit quântico - a ser teletransportada, o que é feito em Charlie. Isso pode, por exemplo, ser '1' ou '0' ou vários outros valores quânticos

intermediários - para mostrar que o teletransporte funciona genericamente, os pesquisadores repetiram todo o experimento para vários valores de bits quânticos.

O passo final é o teletransporte real de Charlie para Alice. Para isso, Charlie realiza uma medição conjunta com a mensagem em seu processador quântico e em sua metade do estado emaranhado (Alice tem a outra metade). O que acontece então é algo que só é possível no mundo quântico: Como resultado dessa medição, a informação desaparece do lado de Charlie e aparece imediatamente do lado de Alice.

2.4 - Internet quântica: Teletransporte funciona pela primeira vez entre qubits distantes

Os qubits de diamante estão dentro do cilindro preto, refrigerados a -270°C para reduzir o ruído ambiental.



[Imagem: Marieke de Lorijn/QuTech]

Dado teletransportado fica criptografado

Parece um tanto complicado, mas a coisa ainda não terminou: Na verdade, o bit quântico foi criptografado na transferência, com a chave dessa criptografia sendo determinada pelo resultado da medição de Charlie.

Então Charlie envia o resultado da medição para Alice, após o que Alice realiza a operação quântica relevante para descriptografar o bit quântico. Por exemplo, através de uma "inversão de bits": 0 torna-se 1 e 1 torna-se 0.

Após Alice ter realizado a operação correta, a informação quântica é adequada para uso posterior. O teletransporte foi bem-sucedido!

A equipe pretende agora se concentrar na reversão das etapas um e dois do protocolo de teletransporte, o que significa primeiro criar (ou receber) o bit quântico a ser teletransportado e só então preparar o teletransportador para realizar o teletransporte.

Reverter a ordem é particularmente desafiador, uma vez que as informações quânticas a serem teletransportadas devem ser armazenadas enquanto o emaranhamento está sendo criado. No entanto, isso tem uma vantagem significativa: O teletransporte poderá ser realizado completamente "a pedido" ("Dois para subir, Scotty").

Isso é relevante, por exemplo, se a informação quântica contiver o resultado de um cálculo difícil ou se o teletransporte precisar ser feito várias vezes. A longo prazo, esse tipo de teletransporte servirá, portanto, como a espinha dorsal da internet quântica.

Bibliografia:

Artigo: Qubit teleportation between non-neighboring nodes in a quantum network

Autores: Sophie L. N. Hermans, M. Pompili, H. K. C. Beukers, S. Baier, J. Borregaard, Ronald Hanson

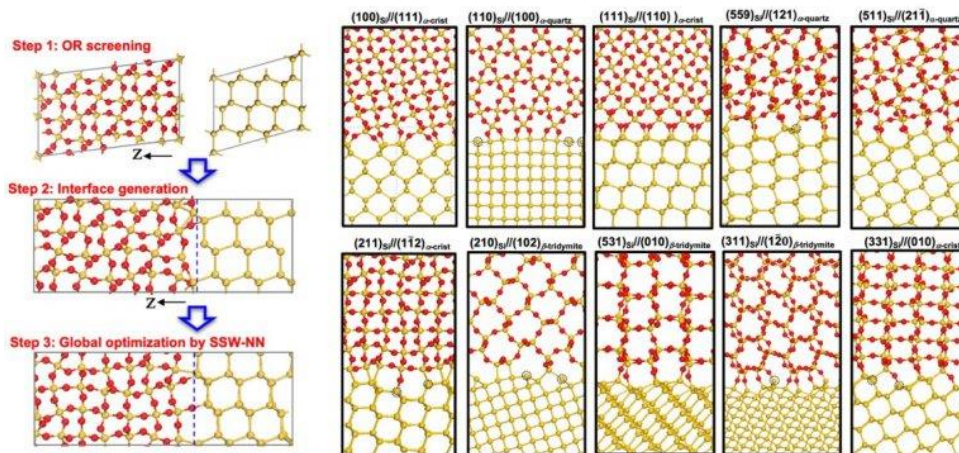
Revista: Nature

DOI: 10.1038/s41586-022-04697-y

3 - Miniaturização extrema: Transistores podem chegar a 1 nanômetro

Miniaturização extrema: Transistores podem chegar a 1 nanômetro

O pulo do gato para se aproximar das dimensões atômicas ainda usando o silício está na orientação dos cristais semicondutores e isolantes.



[Imagem: Ye-Fei Li et al. - 10.1103/PhysRevLett.128.226102]

3.1 - Miniaturização extrema

Você se lembra quando os especialistas diziam ser impossível fazer transistores menores do que 10 nanômetros porque isso iria contra os limites impostos pela física?

Isso foi há pouco mais de 10 anos, mas hoje já temos transistores na faixa dos 7 nanômetros em escala comercial e menores do que isso em escala de laboratório.

E, ao que parece, esse caminho rumo à miniaturização irá muito mais longe do que se acreditava.

Ye-Fei Li e Zhi-Pan Liu, da Universidade de Fudan, na China, acabam de traçar o roteiro para a construção de transistores de 1 nanômetro.

"Enquanto a redução de escala no tamanho dos transistores de efeito de campo é altamente desejável para a eficiência computacional, o tunelamento quântico na interface Si/SiO₂ torna-se a principal preocupação ao se aproximar da escala nanométrica," explicaram eles.

Existem várias propostas para fazer transistores de 1 nanômetro e menores, mas geralmente envolvendo estruturas monoatômicas ou eletrônica molecular. Esta é a primeira vez que se traça um roteiro para isso com as técnicas de microeletrônica baseadas em silício usadas hoje.

3.2 - Miniaturização extrema: Transistores podem chegar a 1 nanômetro

Os dois pesquisadores usaram uma técnica de aprendizado de máquina para simular milhares dos chamados transistores de efeito de campo, ou FET (Field-Effect Transistor). Esses componentes, presentes em tudo o que é eletrônico hoje, combinam uma camada semicondutora, geralmente silício (Si), com uma camada isolante, geralmente dióxido de silício (SiO₂), para modular o fluxo de corrente.

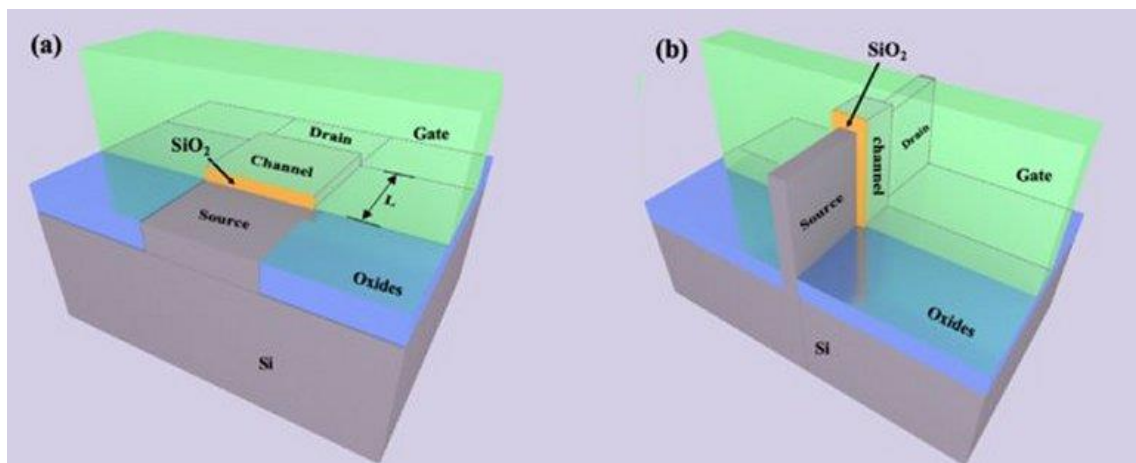
A novidade é que Li e Liu usaram uma combinação diferente de orientações da rede cristalográfica para o Si e para o SiO₂, para tentar descobrir qual dessas orientações dos cristais apresentaria o melhor desempenho em escalas nanométricas de um dígito.

Das 2.497 estruturas de rede simuladas, a dupla descobriu que apenas 40 contêm um padrão que se repete a cada nanômetro. Dessas 40, apenas 10 são estáveis - sua estrutura interfacial tem uma energia semelhante à sua estrutura volumétrica, o que é um requisito essencial para um transistor robusto.

Por fim, eles descobriram que a orientação dos dois materiais um em relação ao outro é a chave para a operação eficaz de um transistor, o que reduziu as opções para duas: Si(210)-SiO₂(102) e Si(211)-SiO₂(112).

Arquitetura do transistor de silício de 1 nanômetro proposto pela dupla

Os números entre parênteses referem-se ao sistema de coordenadas dos átomos dentro de um cristal, nomeando os planos cristalinos - por exemplo, em um cristal cúbico, 100 é uma face, 110 são as diagonais das faces e 111 é a diagonal do cubo.



[Imagem: Ye-Fei Li et al. - 10.1103/PhysRevLett.128.226102]

3.3 - Transistor de 1 nanômetro

Agora é "só" fabricar

"Ao desenvolver um método de pesquisa global baseado em aprendizado de máquina, agora revelamos todas as estruturas de interface Si/SiO₂ prováveis dentre milhares de candidatos. Duas interfaces com alto índice de Miller, Si(210) e (211), com uma periodicidade de apenas 1nm, possuem boa mobilidade de portadoras, baixo aprisionamento de portadoras e baixa

energia interfacial. Os resultados fornecem a base para a fabricação de superfícies de Si escalonadas para transistores de próxima geração," concluiu a dupla.

Ou seja, é possível fabricar transistores eletrônicos tradicionais na faixa de 1 nanômetro. Agora a bola passa para os engenheiros, que precisarão viabilizar as tecnologias de processo para transformar essa possibilidade em realidade.

Bibliografia:

Artigo: Smallest Stable Si/SiO₂ Interface that Suppresses Quantum Tunneling from Machine-Learning-Based Global Search

Autores: Ye-Fei Li, Zhi-Pan Liu

Revista: Physical Review Letters

Vol.: 128, 226102

DOI: 10.1103/PhysRevLett.128.226102

Rio de Janeiro, 7 de junho de 2022

**Gustavo Benttenmuller
Presidente da ATQ**