simpla.club

Chips Ultratecnológicos Processo de Litografia

Produzido por SIMPLA CLUB

Thiago Affonso Armentano

Conheça nossos serviços

eu investidor
Educação Financeira

simpla.club
Recomendações de Investimentos

Simpla Wealth
Consultoria de Investimentos

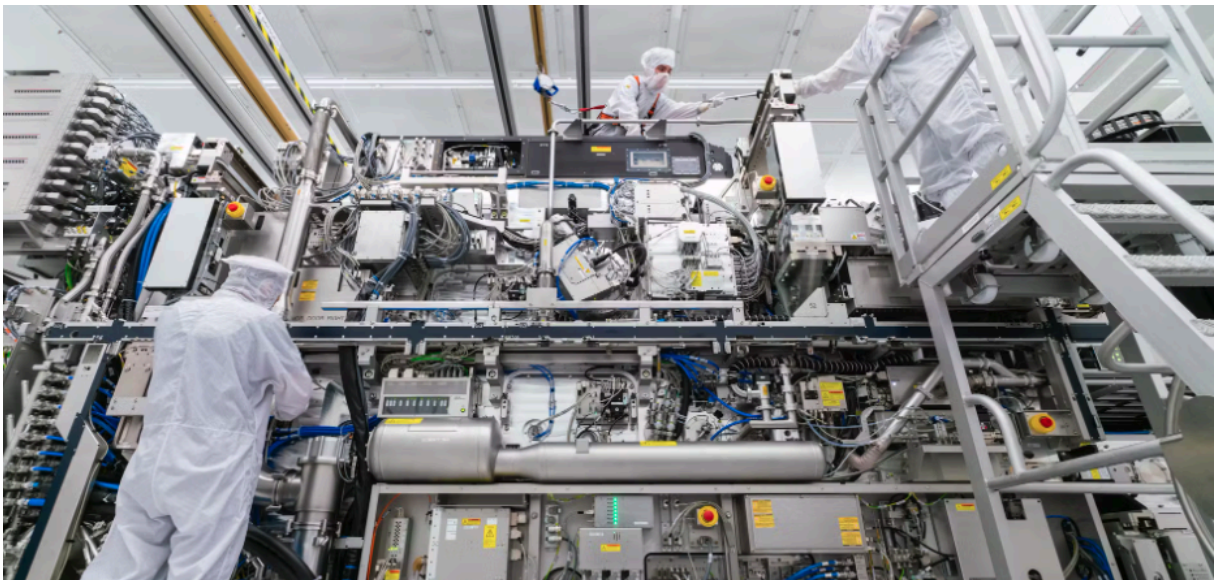
MDV
Gestão de Milhas

Se você tem mais de R$100 mil e deseja uma reunião gratuita com nossos especialistas, **escaneie o QR CODE ou clique aqui.**

O Paradoxo da Tecnologia Moderna

O mundo moderno trata o avanço da Inteligência Artificial, das redes 5G e da computação de alto desempenho quase exclusivamente como um fenômeno de software. No entanto, os algoritmos mais avançados do planeta são, na verdade, reféns da física dos materiais.

O universo impõe limites rígidos à miniaturização e à densidade dos transistores, e a capacidade de processar dados massivos esbarra em uma barreira fundamental: o quão pequenos esses componentes podem ser fabricados de forma viável. É nesse ponto de estrangulamento que a litografia atua, consolidando-se como o motor invisível que sustenta a evolução tecnológica global.



Máquina ASML.
Fonte: Elaboração Simpla Club.

A Anatomia da Escala Nanométrica

Para compreender a complexidade da litografia, é preciso entender a "tela em branco" onde essa tecnologia atua: os wafers de silício. Wafers são discos finos de material semicondutor, geralmente feitos de silício altamente puro, usados como substrato fundamental para a fabricação de circuitos integrados e dispositivos microeletrônicos. Com um diâmetro

padrão de 300 milímetros (mm) e uma espessura de meros 775 micrômetros (µm), eles funcionam como a base estrutural de toda a computação moderna.

Sobre esses discos, são gravados centenas ou até milhares de circuitos integrados (os chips), que frequentemente são divididos em quadrantes minúsculos, como matrizes de 30 mm x 30 mm. Dentro das fronteiras desses chips residem os transistores, os verdadeiros blocos fundamentais dos circuitos.

Eles atuam como interruptores microscópicos ou amplificadores de corrente elétrica, controlando o fluxo de elétrons para realizar operações lógicas complexas e armazenar informações digitais. Fabricados em escala nanométrica (como arquiteturas com comprimentos de porta de 3nm), bilhões de transistores precisam ser perfeitamente gravados sobre um único chip para alimentar os dispositivos que usamos diariamente.

O Espectro da Litografia: DUV vs. EUV

O que desenha os circuitos nos wafers são ondas eletromagnéticas. A precisão e a resolução desse desenho dependem diretamente do comprimento de onda da luz utilizada. A indústria divide essa tecnologia em duas grandes eras:

Litografia Ultravioleta Profunda (DUV): Utiliza luz com comprimento de onda de 193 nanômetros. É a tecnologia base para a produção em massa de semicondutores em nós tecnológicos mais maduros. Embora não alcance o ápice da miniaturização, as máquinas DUV continuam sendo amplamente refinadas e utilizadas para fabricar componentes essenciais, desde sensores automotivos até eletrônicos de consumo diário.

Litografia Ultravioleta Extrema (EUV): Representa a fronteira absoluta da engenharia humana, utilizando luz com um comprimento de onda de

inacreditáveis 13,5 nanômetros – consideravelmente menor do que os 193 nanômetros da DUV. Esse comprimento de onda extremamente reduzido é crucial para gravar padrões nas escalas mais avançadas da indústria (abaixo de 7nm, 5nm e 3nm), permitindo a criação de transistores cada vez menores, mais rápidos e eficientes energeticamente.



Tecnologia ASML.
Fonte: Elaboração Simpla Club.

O Processo de Fabricação do EUV

Criar luz EUV no planeta Terra desafia as leis convencionais da física. A criação e o controle dessa luz exigem o domínio de múltiplas disciplinas, incluindo óptica avançada, física de plasma e nanotecnologia. O processo operacional acontece em quatro etapas de precisão microscópica:

O Combustível: Gotas minúsculas de estanho líquido são injetadas continuamente e em alta velocidade no interior do sistema.

O Impacto: Um laser de altíssima potência atinge essas pequenas gotas de estanho em pleno voo.

A Emissão: O impacto pulveriza o estanho, transformando-o instantaneamente em um plasma incandescente. É esse plasma que emite as ondas eletromagnéticas de alta frequência, gerando a luz EUV a 13,5nm.

A Gravação e o Vácuo Absoluto: Como a luz EUV tem um comprimento de onda tão curto que é absorvida até mesmo pelo ar ambiente, todo esse fenômeno ocorre em uma câmara de vácuo. O feixe de luz gerado é

capturado, direcionado e refinado por um sistema de espelhos super precisos até atingir o wafer de silício.

No centro desse processo estão as máscaras de litografia, que contêm os moldes a serem gravados. Elas precisam ser livres de qualquer defeito, pois uma imperfeição nanométrica comprometeria todo o chip. O wafer, por sua vez, é banhado com um material fotorresistente que reage quimicamente ao contato com a luz EUV.

O sucesso dessa operação exige um alinhamento perfeito entre a máscara e o wafer, controlado com tolerâncias subnanométricas — uma precisão comparável a mirar um laser da Terra e atingir uma moeda na Lua.

A Cadeia de Valor e a Interdependência Global

Uma tecnologia dessa magnitude não é fruto de uma única empresa, mas sim de uma cadeia de valor hiperespecializada. O impacto desse processo se estende desde o fornecimento de materiais básicos até o uso final, dividindo-se em "nós" interdependentes:

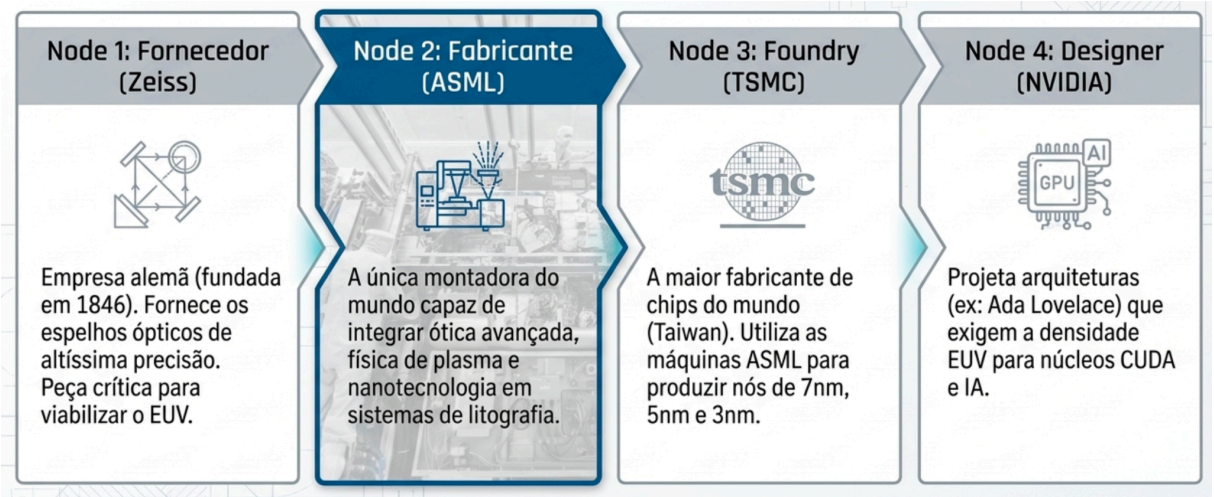
Node 1: Fornecedor de Ótica (Alemã Zeiss): Fundada em 1846, a Carl Zeiss AG é a responsável por superar os limites da engenharia óptica. Ela fornece os espelhos de altíssima precisão e planicidade quase atômica, essenciais para refletir a luz EUV dentro das máquinas de litografia sem distorcer o padrão.

Node 2: Fabricante e Integrador (Holandesa ASML): Atua como a única montadora do mundo capaz de agrupar os lasers, os espelhos da Zeiss, a câmara de vácuo e os softwares de controle em um sistema viável.

Node 3: Foundry (Taiwanesa TSMC): É a ponta da execução. A TSMC, sendo a maior foundry do mundo, compra as máquinas de litografia para manufaturar fisicamente os chips. Ela utiliza camadas de EUV para formar os padrões densos e complexos exigidos pelos nós de 7 nm, 5 nm e 3 nm,

garantindo melhorias drásticas na eficiência térmica e energética dos semicondutores.

Node 4: Designer (Americana NVIDIA): Operando no modelo fabless (sem fábricas), a NVIDIA projeta arquiteturas avançadas, como a série RTX 4000 (Ada Lovelace). O design focado em incorporar mais núcleos CUDA e unidades tensor só sai do papel porque as fábricas da TSMC utilizam a litografia EUV para gravar essa densidade extrema no silício.



Cadeia de Valor das Empresas de Semicondutores.
Fonte: Elaboração Simpla Club.

O Combustível da Inteligência Artificial e Redes Neurais

Redes neurais são modelos computacionais inspirados no funcionamento do cérebro humano, estruturadas em camadas de neurônios artificiais interconectados que processam dados massivos, reconhecem padrões, preveem cenários financeiros e diagnosticam doenças.

Para que essas redes operem em tempo real, elas demandam hardware especializado capaz de realizar operações paralelas massivas, como os aceleradores de IA (GPUs, TPUs e NPUs).

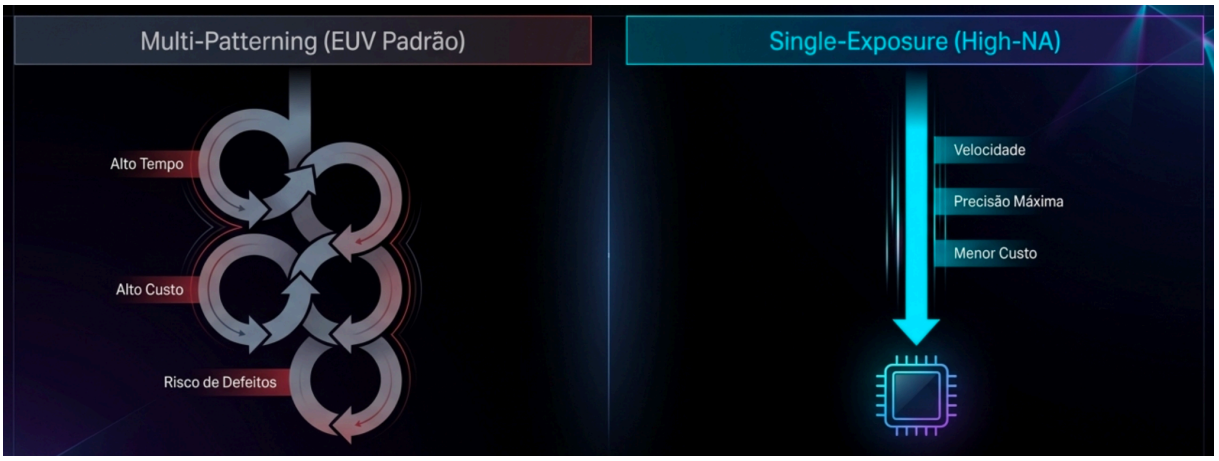
É exatamente aqui que a litografia se conecta ao futuro da tecnologia. A eficiência e o poder computacional massivo que a IA exige requerem a

integração do máximo possível de transistores no menor espaço físico possível, mitigando o calor gerado e reduzindo o consumo de energia.

As matrizes nanométricas gravadas pelas máquinas EUV são o que possibilita o funcionamento eficiente dos chips que alimentam os data centers, as ferramentas avançadas de IA e os sistemas de condução de veículos autônomos (ADAS).

A Próxima Fronteira: High-NA EUV e o Salto Sub-2nm

A indústria de semicondutores prepara o seu próximo marco evolutivo para 2025: a litografia EUV de alta potência, conhecida como High-NA EUV (High Numerical Aperture).



A Revolução do Single-Exposure.
Fonte: Elaboração Simpla Club.

Essa inovação tecnológica baseia-se em sistemas ópticos com maior abertura numérica, um parâmetro que determina a capacidade do conjunto de lentes e espelhos de resolver detalhes ainda mais finos.

O impacto industrial do High-NA será monumental, pois eliminará ou reduzirá drasticamente a dependência de técnicas de gravação múltipla (multi-patterning). Atualmente, o multi-patterning é um paliativo técnico caro, lento e propenso a mais erros operacionais.

Com o High-NA EUV, a indústria conseguirá simplificar as linhas de montagem, derrubar custos de produção de longo prazo e destravar o marco físico dos chips com escalas abaixo de 2 nanômetros (< 2nm). Esse nível de densidade não será apenas útil para inteligência artificial, mas servirá como substrato fundamental para a construção de processadores de computação quântica e sistemas híbridos de alta performance. Contudo, o desafio persiste: as novas máquinas exigirão máscaras litográficas reformuladas, novos materiais e aportes bilionários em pesquisa para tornarem-se o padrão da década seguinte.

	DUV (Deep Ultraviolet)	EUV Padrão	High-NA EUV (O Futuro)
Comprimento de Onda	193 nm	13,5 nm	13,5 nm
Abertura Numérica (NA)	Varia	0.33	**0.55**
Resolução Nativa	> 38nm	13 nm	**8 nm**
Nós Alvo	Tecnologias maduras	7nm a 3nm	**Sub-2nm**
Técnica Predominante	Multi-patterning	Multi-patterning (nos limites)	**Single-exposure**

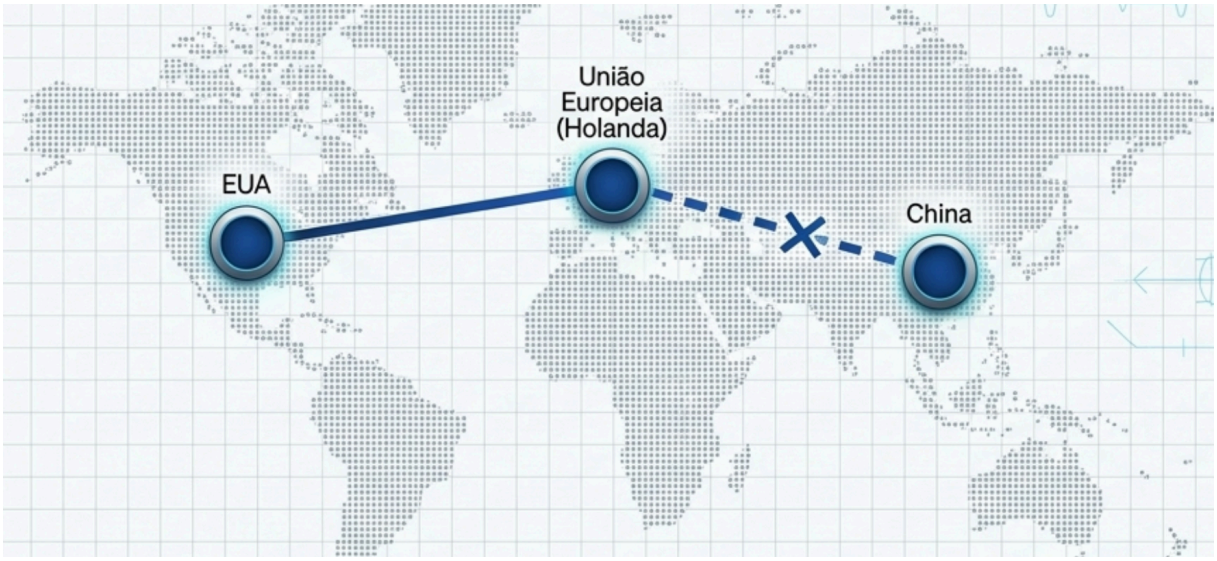
A Matriz da Evolução Tecnológica.
Fonte: Elaboração Simpla Club.

O Tabuleiro Geopolítico Global

A incapacidade de qualquer outra empresa de replicar a tecnologia de litografia EUV transferiu os equipamentos de fabricação de chips da categoria de simples produtos industriais para ferramentas críticas de segurança nacional. O domínio do microscópico tem profundas ramificações nas relações entre potências globais.

O Isolamento Tecnológico da China: Os semicondutores de ponta ditam o ritmo da superioridade em defesa militar, telecomunicações e inteligência artificial. Reconhecendo esse cenário, os Estados Unidos impõem pesadas pressões diplomáticas para garantir restrições e banimentos de exportação

(export bans) contra a China, impedindo que fábricas chinesas adquiram os sistemas capazes de gravar nos nós tecnológicos mais avançados. Isso sufoca severamente os esforços chineses de criar uma indústria de semicondutores soberana.



Tabuleiro Geopolítico Global.
Fonte: Elaboração Simpla Club.

O Triângulo Estratégico Euro-Americano-Asiático: A dependência global dessa tecnologia fortalece imensamente o eixo tecnológico e a União Europeia, posicionando empresas holandesas e alemãs (como a Zeiss) no centro do xadrez geopolítico. A impossibilidade prática de contornar essa cadeia de suprimentos força uma aliança de dependência mútua estrutural, consolidando o controle ocidental sobre a infraestrutura digital mundial.

A Fronteira Final: O Poder do Infinitamente Pequeno

Em resumo, o avanço de tecnologias como a Inteligência Artificial não depende apenas da criação de novos softwares, mas da superação de barreiras físicas reais. A litografia EUV se provou a única ferramenta capaz de gravar circuitos na escala dos nanômetros, permitindo que bilhões de transistores operem dentro de um único chip. É esse processo técnico que

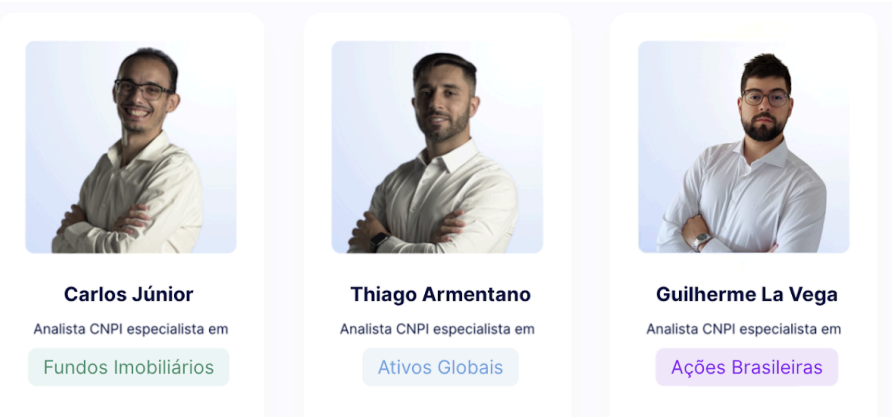
garante o aumento contínuo da capacidade de processamento sem comprometer o consumo de energia ou o controle de temperatura dos equipamentos.

Esse nível de precisão, no entanto, não existe de forma isolada. Ele depende de uma cadeia global altamente conectada que une os componentes ópticos da Europa, a fabricação em larga escala em Taiwan e o design avançado nos Estados Unidos.

O próximo grande passo dessa esteira de produção é a chegada do High-NA EUV. Ao utilizar conjuntos de lentes e espelhos ainda mais refinados, a indústria conseguirá simplificar as linhas de montagem e romper a barreira dos 2 nanômetros, criando o hardware necessário para suportar o crescimento do volume de dados nos próximos anos.

Por fim, a complexidade técnica para desenvolver e operar essas máquinas transformou a litografia em um tema de segurança nacional. Como a fabricação de semicondutores de ponta é dominada por poucas empresas, quem controla o acesso a essa tecnologia dita o ritmo da inovação mundial, tanto no uso comercial quanto no militar. Isso explica por que o setor de chips deixou de ser uma questão puramente industrial para se consolidar como o principal ponto de disputa econômica e geopolítica da atualidade.

Equipe



Acompanhamento

relatório atualizado em 01.08.2026

Nossa equipe de analistas está atenta a todas as movimentações relevantes, mantendo os rankings e seus respectivos fundamentos atualizados todas as semanas. Em caso de grandes mudanças, os relatórios também podem ser atualizados. Já em caso do ativo receber recomendação de venda, nossa sugestão se refere, única e exclusivamente, à retirada do ativo da carteira do investidor, uma vez que não incentivamos a prática de venda à descoberto.

Disclaimer

Todas as análises aqui apresentadas foram elaboradas pelo analista de valores mobiliários autônomo Pedro Henrique Ribeiro Despessel (CNPI-P EM-8957), com objetivo de orientar e auxiliar o investidor em suas decisões de investimento; portanto, o material não se constitui em oferta de compra e venda de nenhum título ou valor imobiliário contido. O investidor será responsável, de forma exclusiva, pelas suas decisões de investimento e estratégias financeiras. O relatório contém informações que atendem a diversos perfis de investimento, sendo o investidor responsável por verificar e atentar para as informações próprias ao seu perfil de investimento, uma vez que as informações constantes deste material não são adequadas para todos os investidores. Os analistas responsáveis pela elaboração deste relatório declaram, nos termos da Resolução CVM n° 20/2021, que as recomendações do relatório de análise refletem única e exclusivamente as suas opiniões pessoais e foram elaboradas de forma independente, inclusive em relação à pessoa jurídica à qual estão vinculados. Além disso, Os analistas de valores mobiliários envolvidos na elaboração do relatório (e/ou seus cônjuges ou companheiros) são, ou podem ser, titulares de valores mobiliários objeto do relatório, direta ou indiretamente, em nome próprio ou de terceiros. Na emissão deste relatório, a Simpla Invest, controladora do Simpla Club, poderá estar agindo em conflito de interesses em relação ao emissor, podendo (i) ter interesses financeiros e/ou comerciais relevantes e/ou (ii) estar envolvida na aquisição, alienação ou intermediação dos valores mobiliários objeto deste relatório. A elaboração desse material se deu de maneira independente, e o conteúdo nele divulgado não pode ser copiado, reproduzido ou distribuído, no todo ou em parte, a terceiros, sem autorização prévia.

