



QuantumAI Fab – Fábrica Compacta de Chiplets 3D

Apresentação Institucional

A QuantumAI Fab é uma fábrica industrial de última geração especializada na produção compacta e escalável de chiplets 3D com arquitetura aberta, pertencente ao Instituto Ramanujan. O instituto adquiriu marcas, patentes, processos, máquinas e tecnologias exclusivas para assegurar sua operação e competitividade tecnológica.

Localizada estrategicamente na região da Vila Leopoldina, próxima ao campus da Cidade Universitária da Universidade de São Paulo (USP), a fábrica terá liderança técnica compartilhada entre o Prof. Marcelo Zuffo e Marcos Eduardo Elias.

O Prof. Marcelo Zuffo é reconhecido especialista em engenharia elétrica, sistemas integráveis, tecnologias digitais avançadas e inovação tecnológica. Professor titular da Escola Politécnica da USP, possui extensa experiência acadêmica e tecnológica, incluindo dezenas de patentes registradas e colaborações com instituições internacionais renomadas.

Marcos Eduardo Elias é um renomado matemático, engenheiro e cientista da computação com múltiplos doutorados nas áreas de matemática e computação, além de ser um empreendedor experiente e investidor especializado em tecnologias avançadas, inteligência artificial não antropocêntrica e computação quântica.

Nosso diferencial está na excepcional flexibilidade produtiva, permitindo que adaptemos rapidamente nossa produção às necessidades específicas de cada cliente. Nossa capacidade tecnológica avançada e arquitetura 3D de chiplets garantem uma eficiência energética superior, posicionando-nos para rivalizar diretamente com a GPU Nvidia Hopper H100, oferecendo performance comparável ou superior com consumo energético significativamente reduzido.

Tecnologia e Arquitetura

A QuantumAI Fab utiliza uma abordagem modular baseada na tecnologia de chiplets, similar à adotada em processadores como os da família AMD Ryzen, onde múltiplos componentes menores (chiplets) são interligados por um substrato avançado. No entanto, nossa tecnologia é 100% brasileira, incorporando integralmente todos os



avanços e conquistas do Laboratório de Sistemas Integráveis (LSI) da Universidade de São Paulo, especialmente os do Prof. Emérito João Antonio Zuffo.

João Antonio Zuffo é uma referência internacional em engenharia elétrica e eletrônica, reconhecido por sua contribuição pioneira no campo dos sistemas integráveis, microeletrônica, telecomunicações e TV digital. Ao longo de uma carreira de mais de cinco décadas, acumulou uma extensa produção científica, tecnológica e acadêmica, tendo fundado o LSI-USP, um dos centros mais avançados da América Latina em microeletrônica e inovação tecnológica. João Antonio Zuffo recebeu diversos prêmios e honrarias nacionais e internacionais, destacando-se pela criação de inúmeras patentes e tecnologias que formaram a base para avanços tecnológicos estratégicos no Brasil.

Essa base histórica e técnica garante à QuantumAI Fab vantagens expressivas em eficiência energética, térmica, desempenho e economia de escala, resultando em chiplets superiores aos tradicionais modelos monolíticos e reforçando nosso compromisso com inovação tecnológica autônoma e excelência técnica.

Processo de Fabricação e Materiais

Processo de Fabricação e Materiais

Nosso processo de fabricação utiliza rigorosamente materiais e técnicas avançadas para garantir a excelência tecnológica dos nossos chiplets. Empregamos silício monocristalino ultrapurificado para garantir alta pureza e desempenho elétrico superior, substratos orgânicos multicamadas reforçados com fibras de vidro para estabilidade estrutural e isolamento térmico, conexões verticais por meio de TSVs (Through Silicon Vias) feitas de cobre para conexão ultrarrápida entre chiplets e técnicas avançadas de encapsulamento térmico via epoxy e polímeros térmicos especiais.

A escolha desses materiais e métodos é essencial para manter nosso DNA de velocidade ultra-rápida comparável à GPU Nvidia Hopper H100, mas com uma eficiência energética significativamente superior graças ao nosso inovador design 3D de empilhamento vertical.

Fornecedores Estratégicos e Equipamentos Associados:

- TSMC (Taiwan Semiconductor Manufacturing Company) – Fornecimento dos CCDs (Chiplet Core Dies) produzidos em processos avançados (5nm e 3nm).
- GlobalFoundries – Produção de I/O Dies em processos maduros (12nm).
- ASE Technology – Serviços avançados de montagem final (assembly & packaging).



- Amkor Technology – Encapsulamento e testes especializados.
- EV Group (EVG) – Equipamento para Hybrid Bonding (ligação híbrida de chiplets).
- Applied Materials – Sistemas de deposição de filmes finos e equipamentos de etching.
- Lam Research – Equipamentos de plasma etching e limpeza de superfícies.
- SPTS Technologies – Equipamentos especializados para fabricação de TSVs.
- Veeco Instruments – Sistemas avançados de deposição por camada atômica (ALD) e epitaxial.
- Air Liquide – Fornecimento de gases especiais e ultra-purificados para processos de fabricação.
- Ibiden, Unimicron, AT&S – Substratos orgânicos multicamadas impregnados com fibras de vidro.
- White Martins – Suporte adicional de gases industriais especializados para aplicações locais no Brasil.

Cada fornecedor foi cuidadosamente selecionado pela sua liderança tecnológica comprovada, garantindo a qualidade superior, desempenho consistente e confiabilidade em todos os aspectos da produção da QuantumAI Fab.

Engenharia Quântica e Inteligência Artificial

A QuantumAI Fab não apenas domina, mas especializa-se na engenharia quântica (Quantum Engineering), indo além da física quântica convencional. Inicialmente, produziremos 500 unidades de chiplets quânticos com tecnologia Ion-Trap, com plano de expansão escalável para 10 mil quantum bits, posicionando-nos à frente das tecnologias atuais no mercado.

Nosso compromisso é fornecer chiplets 3D altamente flexíveis para aplicações de Inteligência Artificial e computação quântica, com capacidade de criação extremamente rápida: potencialmente, um novo design de chip por dia. Nossas soluções terão foco em "killer applications" estratégicas, incluindo dispositivos IoT avançados para monitoramento médico contínuo, chips especializados para monitoramento em tempo real de mudanças climáticas e catástrofes naturais, sensores de alta precisão para detecção de radiação industrial, e sistemas integrados de Edge IoT que realizam processamento de inteligência artificial diretamente no local de coleta dos dados (In Situ AI).

Essas aplicações são viabilizadas pela integração inovadora entre inteligência artificial (componente "soft") e computação quântica (componente "hard"), criando um paradigma de desempenho e eficiência até então inalcançado por tecnologias convencionais. Nossos chiplets são projetados para atender as demandas rigorosas



dessas aplicações críticas, oferecendo performance excepcional com consumo energético significativamente reduzido.

Competitividade e Escalabilidade

A arquitetura modular e a tecnologia avançada da QuantumAI Fab oferecem vantagens estratégicas substanciais frente às soluções atualmente disponíveis no mercado, destacando-se principalmente em três aspectos técnicos fundamentais: flexibilidade produtiva, eficiência energética e escalabilidade.

Flexibilidade Produtiva

Nossa flexibilidade produtiva é possibilitada pela adoção de processos altamente modulares, suportados por nossa arquitetura aberta e pelo uso extensivo de ferramentas avançadas de automação de design (EDA). A QuantumAI Fab pode rapidamente adaptar o design de chiplets para atender demandas específicas e emergentes dos clientes, reduzindo drasticamente os tempos de desenvolvimento. Nossa abordagem permite criar potencialmente um novo projeto completo de chip por dia, muito acima do padrão do mercado, que normalmente requer meses para mudanças significativas. Essa capacidade única é especialmente crucial em mercados dinâmicos como inteligência artificial, monitoramento ambiental e sistemas críticos de IoT, onde respostas rápidas são essenciais.

Eficiência Energética

A eficiência energética é uma prioridade estratégica em nossa arquitetura chiplet 3D. O empilhamento vertical através de conexões TSV (Through Silicon Vias) reduz significativamente as distâncias físicas que os sinais elétricos percorrem, resultando em menor resistência, capacitância parasitária reduzida e tensões operacionais mais baixas. Nossa tecnologia Hybrid Bonding aumenta ainda mais essa eficiência, proporcionando um desempenho energético por bit processado significativamente superior a concorrentes como Nvidia Hopper H100, AMD Ryzen e Intel Raptor Lake. A QuantumAI Fab oferece, portanto, chips com desempenho equivalente ou superior aos benchmarks atuais, porém com menor consumo energético, contribuindo para operações mais sustentáveis e econômicas em larga escala.

Escalabilidade

A escalabilidade na QuantumAI Fab é sustentada pela arquitetura modular 3D, permitindo aumentos incrementais na capacidade de processamento por meio do acréscimo de novos chiplets sem necessidade de redesenho completo dos chips. Este



método é significativamente mais econômico e eficiente comparado às arquiteturas tradicionais monolíticas. Nossa infraestrutura industrial permite escalar rapidamente de centenas para milhares de quantum bits, mantendo o mesmo padrão de qualidade e desempenho, algo fundamental para mercados como computação quântica e grandes sistemas de inteligência artificial.

Comparação Técnica com Soluções Atuais

Comparado diretamente com soluções líderes do mercado, como Nvidia Hopper H100, AMD Ryzen Zen 4, Intel Raptor Lake, Google TPU v4 e Tesla Dojo D1, nossa tecnologia oferece vantagens técnicas claras. Enquanto GPUs convencionais (Nvidia Hopper H100, AMD Instinct MI250) destacam-se pela capacidade bruta de processamento gráfico e computacional, elas frequentemente enfrentam limitações significativas em eficiência energética devido à arquitetura planar e necessidade de refrigeração intensa. Soluções baseadas em arquitetura monolítica da Intel e AMD Ryzen, apesar de apresentarem bom desempenho em single-core e multitarefa, não possuem a flexibilidade e escalabilidade proporcionadas pela nossa abordagem modular e aberta.

Por outro lado, arquiteturas especializadas como Google TPU v4 e Tesla Dojo D1 oferecem desempenho competitivo em aplicações específicas de IA, mas pecam pela pouca flexibilidade produtiva e altas demandas energéticas e de refrigeração em grandes instalações de data center.

Dessa forma, a QuantumAI Fab não apenas compete diretamente com esses principais players, mas também oferece uma proposta tecnologicamente superior em flexibilidade, escalabilidade e eficiência energética, pronta para atender as demandas emergentes dos mercados globais mais avançados e exigentes.

Diferenciais Técnicos

Diferenciais Técnicos

Nossas tecnologias chave incluem:

Infinity Fabric-like Interface

A QuantumAI Fab utiliza uma tecnologia proprietária semelhante à Infinity Fabric para comunicação entre chiplets. Essa interface permite a transferência de dados com altíssima largura de banda (superior a 100 GB/s), garantindo comunicação ultra-rápida e eficiente, além de latências extremamente baixas. Este sistema facilita a integração



perfeita e o desempenho homogêneo entre múltiplos chiplets, resultando em desempenho superior e eficiência energética incomparável.

Caches Hierárquicos Expansíveis via 3D Stacking

Empregamos uma abordagem avançada de empilhamento vertical para caches hierárquicos, incluindo Cache L3 significativamente aprimorado, permitindo expansões eficientes conforme as necessidades do cliente. Nosso método de stacking 3D aumenta substancialmente a capacidade total do cache e reduz drasticamente a latência de acesso, garantindo maior eficiência energética e melhoria expressiva no desempenho geral, especialmente em aplicações intensivas como inteligência artificial, análise em tempo real e computação científica avançada.

Tecnologia Adaptive Precision Boost

Nossa tecnologia Adaptive Precision Boost realiza um ajuste dinâmico, em tempo real, das frequências e tensões operacionais em nível individual de cada chiplet. Esse gerenciamento granular de energia maximiza a eficiência energética ao mesmo tempo em que mantém desempenho ótimo sob condições variadas de carga. Tal capacidade adaptativa é particularmente crítica para aplicações em dispositivos móveis, sistemas integrados e data centers sustentáveis que exigem alta eficiência energética e desempenho consistente.

Forte Colaboração com a Universidade de São Paulo (USP)

A QuantumAI Fab mantém uma robusta parceria estratégica com a Universidade de São Paulo, especialmente com a Escola Politécnica e seu corpo altamente qualificado de pesquisadores e especialistas. Esta colaboração envolve pesquisa conjunta, desenvolvimento de tecnologias inovadoras, transferência tecnológica contínua e treinamento especializado, garantindo que nossa fábrica esteja sempre na vanguarda da inovação tecnológica e possa rapidamente incorporar as descobertas científicas mais recentes em seus produtos comerciais.

Perspectivas e Visão Futura

A QuantumAI Fab continuará liderando a inovação, integrando novos aceleradores específicos de IA e desenvolvendo continuamente tecnologias avançadas de empacotamento e design, mantendo-se sempre à frente da curva tecnológica atual. Com nossa produção industrial compacta e altamente especializada, representamos uma mudança de paradigma no setor de semicondutores e computação avançada.



Além disso, temos a ambição estratégica de transformar São Paulo em um polo global de tecnologia avançada semelhante ao modelo bem-sucedido de Taiwan. Para atingir essa visão, utilizaremos nossos sólidos relacionamentos internacionais com empresas líderes como a TSMC, bem como parcerias acadêmicas estratégicas com renomadas instituições globais como o Massachusetts Institute of Technology (MIT), Universidade da Califórnia em Berkeley, California Institute of Technology (Caltech) e Universidade do Texas. Essas colaborações internacionais garantirão transferência tecnológica contínua, acesso às tecnologias mais recentes e posicionamento estratégico global, elevando São Paulo como referência mundial em inovação tecnológica e produção de semicondutores.

Conclusão Institucional

A QuantumAI Fab estabelece um novo padrão industrial na fabricação compacta e escalável de chiplets 3D, posicionando-se como referência global em inteligência artificial avançada e computação quântica. Nosso modelo industrial altamente inovador combina uma flexibilidade tecnológica sem paralelo com eficiência energética superior, marcando um novo paradigma no mercado global de semicondutores. Com uma abordagem única que integra inteligência artificial (componente "soft") e computação quântica (componente "hard"), estamos preparados para atender às demandas emergentes e complexas dos setores mais críticos e estratégicos.

Inicialmente concebida com um investimento de USD 5,5 milhões, a QuantumAI Fab rapidamente demonstrou o potencial disruptivo de sua proposta tecnológica. Esse investimento inicial estabeleceu as bases tecnológicas e operacionais, consolidando nossa capacidade produtiva e tecnológica de ponta. Em continuidade ao compromisso inicial, já garantimos um robusto capital commitment de parceiros estratégicos e investidores institucionais para futuros rounds de financiamento necessários para expansão da capacidade produtiva, ampliação tecnológica e entrada acelerada em novos mercados globais.

Com nosso modelo de produção escalável e eficiente, somos capazes de responder rapidamente às mudanças de mercado, garantindo não apenas uma resposta tecnológica imediata, mas também uma liderança sustentável de longo prazo em inovação tecnológica. QuantumAI Fab é, portanto, mais do que uma instalação tecnológica avançada: é uma plataforma viva e dinâmica que molda ativamente o futuro da computação quântica e inteligência artificial em nível global. Nosso compromisso com excelência técnica, inovação constante e colaboração estratégica com parceiros acadêmicos e industriais coloca-nos na vanguarda do desenvolvimento tecnológico mundial, assegurando uma posição única para influenciar e liderar o setor nos próximos anos.