

# FLEXIBLE, SÓLIDO Y ULTRAFINO

## FLEXÍVEL, SÓLIDO – E ULTRAFINO!

Procesadores más rápidos, encapsulados de chip minúsculos, sensores de huella dactilar para smartphones – el vidrio ultrafino es un precursor versátil para la microelectrónica del mañana.

Processadores mais rápidos, minúsculas embalagens para chip, sensores de impressão digital para smartphones – o vidro ultrafino é um precursor versátil para a microeletrônica.

Foto: SCHOTT/C. Costard

THILO HORVATITSCH

Un pequeño test acaba con las preconcepciones que tenemos sobre un material milenar: en un ensayo de flexión se curva sin que se rompa una lámina de vidrio hasta el punto de que casi se puede rodear el dedo con ella. Este vidrio tiene un espesor de 50  $\mu\text{m}$ , más o menos como un cabello humano. SCHOTT lo puede fabricar con un espesor de 25  $\mu\text{m}$ , aunque en el laboratorio ya se están persiguiendo los 10  $\mu\text{m}$ . Este grupo tecnológico es de las pocas empresas del mundo con capacidades para conferir a estos vidrios ultrafinos la solidez requerida para su uso industrial (ver el cuadro de texto de la pág. 8). “El vidrio se puede reinventar cada vez de nuevo”,

Um rápido teste acaba com os habituais preconceitos em relação a um material milenar: dentro de um aparelho de dobragem, uma folha de vidro curva-se por uma extensão tão grande que é quase possível enrolá-la em volta do dedo – sem que ela quebre. Esse vidro possui 50 micrômetros de espessura, igual à de um fio de cabelo humano. A SCHOTT pode produzi-lo com até 25 micrômetros de espessura, já o de 10 micrômetros é direcionado ao laboratório. Este grupo de tecnologia está entre as poucas companhias que podem usar métodos de produção e processamento avançados para conferir a esses vidros a estabilidade necessária para uso indus-



Foto: SCHOTT/Andt Benedikt

El vidrio ultrafino de SCHOTT (izda.) asumirá importantes funciones en el smartphone del futuro (arriba): como vidrio templado de cobertura en el display OLED flexible, la cámara o el sensor de huella dactilar y como material de sustrato para baterías de película delgada o componente térmica y dimensionalmente estable del procesador.

O vidro ultrafino da SCHOTT (à esq.) irá desempenhar importantes funções nos smartphones do futuro (acima): como tampa de vidro temperado em telas OLED flexíveis, câmeras ou sensores de impressão digital, e como material de sustrato para baterias de película fina ou componentes térmica e dimensionalmente estáveis em processadores.

explica el Dr. Rüdiger Sprengard, Director de Nuevos Negocios para Vidrio Ultrafino en SCHOTT. “Esto nos permite explotar óptimamente sus numerosas propiedades en prometedoras aplicaciones de futuro, como p. ej. la microelectrónica.” El vidrio ultrafino puede facilitar en este sector clave la miniaturización y el aumento de potencia allí donde los materiales hasta ahora utilizados como sustrato alcanzan sus límites. El vidrio contiene dióxido de silicio como ingrediente principal y presenta un aislamiento eléctrico mejor dentro del espectro de altas frecuencias que el material estándar de los semiconductores, el silicio. Puede transportar con una baja disipación de potencia, a través de pasantes metálicos, los flujos de datos cada vez más predominantes en las comunicaciones

trial (veja box à p. 8). “O vidro pode, literalmente, ser constantemente reinventado”, explica o Dr. Rüdiger Sprengard, diretor de Novos Negócios para Vidro Ultrafino da SCHOTT. “Isso nos permite aproveitar suas muitas e diferentes propriedades de forma eficaz em futuras aplicações promissoras, como os microeletrônicos.” O vidro ultrafino pode oferecer suporte à tendência de miniaturização nesta importante indústria, e melhorar o desempenho onde os materiais de sustrato existentes alcançam seus limites. O vidro contém dióxido de silício como ingrediente principal e oferece melhor isolamento térmico na faixa de alta frequência que os materiais semicondutores padrão de silício. Isso significa que ele pode transportar os fluxos de dados, que desempenham papel cada vez mais



Foto: SCHOTT/A. Sell

## EL SECRETO DEL VIDRIO ULTRAFINO O SEGREDO POR TRÁS DO VIDRO ULTRAFINO

SCHOTT utiliza multitud de formulaciones para fundir vidrios que incluso presentan propiedades contradictorias. Pero la fabricación del vidrio ultrafino mecánicamente resistente es posible gracias también a unas tecnologías de proceso especiales. El objetivo es obtener superficies y cantos lo más perfectos posible. El vidrio tiene una resistencia interna asombrosa y no se rompe hasta que su superficie presenta microdefectos, que se propagan al interior del material a consecuencia de un esfuerzo. Para evitarlo, SCHOTT desarrolló su tecnología 'down-draw', mediante la cual el vidrio es estirado de forma controlada hacia abajo hasta conferirle su forma (ver la fotografía de arriba). Se obtienen así vidrios especiales extraordinariamente resistentes y flexibles, de entre 25 y 500 µm de espesor, con superficies pulidas a la llama y una rugosidad inferior a 1 nm, sin necesidad de tratamientos ulteriores. Así es también como SCHOTT produce el que es actualmente el único vidrio ultrafino del mundo que se puede templar químicamente mediante intercambio iónico y es 4 veces más resistente que el vidrio no templado. El know how de la empresa incluye también operaciones de acabado como el texturizado, el corte y el trabajado de los cantos. <

A SCHOTT funde seus vidros a partir de uma abundância de fórmulas que têm, em parte, até mesmo propriedades contraditórias. Mas, a produção do vidro ultrafino estável também é possível através de tecnologias especiais de processo. O objetivo é produzir superfícies e bordas tão perfeitas quanto possível. Afinal, o vidro tem uma resistência intrínseca incrível e não quebra até que sua superfície mostre micro defeitos que se propagam dentro do material sob estresse. A SCHOTT desenvolveu sua tecnologia down-draw para evitar isso. Com esta tecnologia, o vidro fundido é puxado para baixo e toma forma de maneira controlada (veja foto acima). Como resultado temos vidros especialmente flexíveis e extremamente fortes, com espessura entre 25 e 500 micrômetros, com superfícies vítreas polidas a fogo e aspereza menor que um nanômetro, sem qualquer tratamento adicional. É assim que a SCHOTT é a única no mundo hoje a produzir o vidro ultrafino que pode ser quimicamente curado através de troca iônica e é quatro vezes mais forte que o vidro não temperado. A expertise da companhia também inclui processos de finalização, como estruturação, corte e processamento de borda. <

móviles. “Los procesadores con substratos ultrafinos pueden procesar datos hasta 8 veces más rápidamente”, señala el Dr. Sprengard. El reducido espesor del vidrio también importa, porque cuanto más cortas son las pistas conductoras a través del substrato, menor es la pérdida de energía y más grande la anchura de banda de los datos. Estas y otras ventajas hacen también atractivo el vidrio para su uso

importante nas comunicações móveis, através de impregnações metálicas com baixa dissipação de energia. “Processadores feitos com substratos de vidro ultrafino podem processar dados até oito vezes mais rápido do que antes era possível”, garante o Dr. Sprengard. Neste caso, a espessura do vidro também é relevante, porque quanto menores forem os caminhos do semicondutor através do

en el encapsulado de chips. El reto no consiste sólo en conectar los componentes electrónicos más variados en aparatos cada vez más pequeños y planos, sino en hacerlo también con subsistemas de smartphones, como displays, cámaras, altavoces y micrófonos. En los sistemas de encapsulado altamente eficientes se logra con pistas conductoras extraordinariamente cortas. Los modernos smartphones ya contienen 60 ó 70 de estos paquetes. La plataforma para dichas conexiones es habitualmente una placa de circuito impreso hecha generalmente de una resina epoxi (aislante) o de materiales compuestos y de cobre para las pistas conductoras. Sin embargo, sus superficies rugosas limitan la alta densidad necesaria en el futuro y complican la estructuración fotolitográfica de las pistas conductoras, cada vez más pequeñas. Este tipo de placas presentan también elevadas disipaciones energéticas a medida que aumentan las frecuencias de las señales. Además, los substratos de plástico pueden curvarse cuando son sometidos a las elevadas temperaturas causadas por la mayor potencia confinada en encapsulados más pequeños, lo cual incrementa el riesgo de fallo. En contraste con ello, el vidrio ultrafino presenta superficies de excelente calidad, una elevada estabilidad dimensional dentro de un amplio rango de temperaturas y genera unas pérdidas eléctricas notablemente menores. SCHOTT ha aprovechado ya estas propiedades idóneas para unas primeras aplicaciones futuras colaborando con el Instituto Fraunhofer de Fiabilidad y Microintegración (IZM), de Berlín, en el

substrato, mais baixa será a perda de energia e maior a largura da banda de dados. Estas e outras vantagens também tornam o vidro atrativo para embalagens de chip. O desafio é conectar não apenas os vários componentes eletrônicos em dispositivos cada vez menores e mais achatados, mas também subsistemas como telas, câmeras, alto-falantes e microfones de smartphones. Conceitos de embalagens altamente eficientes podem fazê-lo usando pistas conductoras extremamente curtas. De fato, os smartphones modernos contêm de 60 a 70 dessas embalagens integradas. Usualmente, a plataforma para essas conexões é uma placa de circuito impreso feita de plástico (isolante) – geralmente resina epóxi – ou materiais compostos, e cobre para as trilhas condutoras. No entanto, suas superfícies rugosas limitam a densidade da fiação que será necessária no futuro, além de complicar a padronização fotolitográfica dos caminhos dos condutores, que são cada vez menores. Estes tipos de placa também causam grandes perdas de energia com o aumento da frequência de sinal. Além disso, os substratos de plástico podem entortar quando expostos às altas temperaturas causadas pelo aumento da performance nas minúsculas embalagens, o que eleva o risco de avaria. Por outro lado, o vidro ultrafino possui excelente qualidade de superfície, elevada estabilidade dimensional ao longo de um amplo intervalo de temperatura e gera perdas elétricas significativamente mais baixas. A SCHOTT é a primeira a estar capacitada a usar estas características ideais em aplicações futuras. Exemplo



Foto : SCHOTT/A. Sell

Las mediciones realizadas en el Centro de Competencia en Vidrio Fino de Grünenplan (izda.) y los ensayos de materiales efectuados en el Centro de Investigaciones Otto Schott, en la sede de SCHOTT en Maguncia, demuestran lo sólidos y resistentes que realmente son los vidrios ultrafinos. Esto se verifica, por ejemplo, con ensayos de flexión en dos puntos (abajo) y ensayos de fatiga de la superficie (abajo a la izda.).

As medições realizadas no Thin Glass Center of Excellence em Grünenplan (à esq.) e os testes de materiais feitos no Centro de Pesquisa Otto Schott, na sede da SCHOTT em Mainz, Alemanha, mostram quão forte e robusto o vidro ultrafino realmente é. Isso é feito executando testes de dobragem de dois pontos (abaixo) e testes de resistência de superfície de longo prazo (abaixo, à esq.).



Foto : SCHOTT/A. Sell

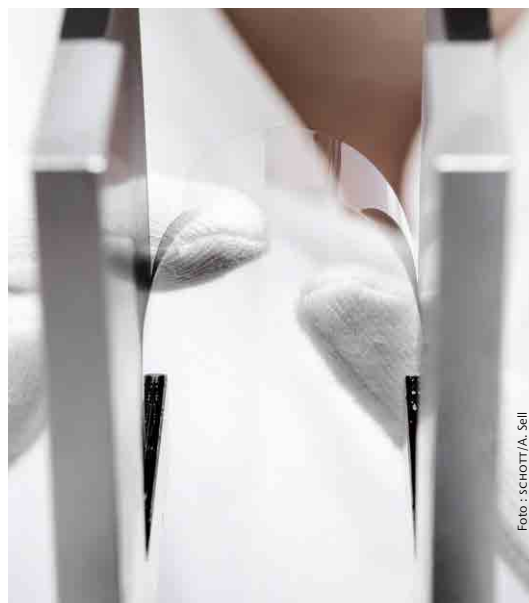


Foto : SCHOTT/A. Sell

## “EL VIDRIO ES EL MATERIAL DEL FUTURO EN EL ENCAPSULADO DE CHIPS” “EMBALAGEM PARA CHIP: VIDRO É O MATERIAL DO FUTURO”

Entrevista con el Dr. Michael Töpper, del Business Development Team del Instituto Fraunhofer de Fiabilidad y Microintegración (IZM)

Entrevista com o Dr. Michael Töpper, da equipe de Desenvolvimento de Negócios no Instituto Fraunhofer para Confiabilidade e Microintegração (IZM)

**solutions:** Dr. Töpper, ¿está al tanto la industria de semiconductores de las ventajas del vidrio ultrafino?

**Töpper:** No, porque hace falta divulgarlas más. Por una parte, porque introducir nuevos materiales en un sector conservador como el de los semiconductores resulta difícil. Por otra, porque todos piensan que el vidrio es un material frágil y que se fractura fácilmente. Pero, dependiendo de su tipo, el vidrio presenta las propiedades más variadas. Algunos de ellos son idóneos para el encapsulado de chips y la tecnología de altas frecuencias.

**solutions:** ¿A qué propiedades se refiere?

**Töpper:** En primer lugar, presenta sobresalientes propiedades dieléctricas. Con el vidrio la disipación de energía se reduce al mínimo, especialmente a las altas frecuencias utilizadas en el nuevo estándar para comunicaciones móviles LTE o en los futuros sistemas de radar para la conducción autónoma. Y, a diferencia de los materiales poliméricos, su calidad no se degrada a lo largo del tiempo, porque el vidrio prácticamente no envejece y protege también microcomponentes electrónicos frente a los agentes medioambientales.

**solutions:** ¿Dónde se podrían utilizar los vidrios ultrafinos?

**Töpper:** Pienso en primer lugar en la electrónica de consumo y en aplicaciones de smartphones, tales como displays y sensores. Después espero verlos en el mundo del automóvil, donde una fiabilidad y calidad máximas son extraordinariamente importantes.

**solutions:** ¿En qué proyectos colabora el IZM con SCHOTT?

**Töpper:** Actualmente sobre todo en el desarrollo de ‘interposers’ basados en vidrios ultrafinos. Con SCHOTT hemos encontrado un partner idóneo para que estas aplicaciones de futuro tan prometedoras puedan ser comercializables. <

**solutions:** Dr. Töpper, a indústria de semicondutores está consciente das vantagens da utilização do vidro ultrafino?

**Töpper:** Não, porque isso requer mais educação. Para começar, introduzir novos materiais na conservadora indústria de semicondutores é difícil. Além disso, eles acreditam que este seja um material frágil e quebrável – porém, a depender do tipo, o vidro tem várias propriedades. E muitos deles são ideais para embalagens para chip e tecnologia de alta frequência.

**solutions:** Quais são estas propriedades?

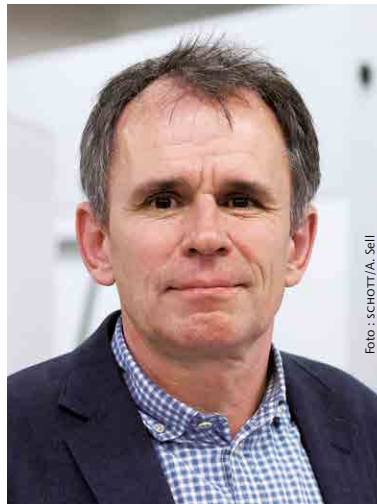
**Töpper:** Ele tem excelentes propriedades dielétricas. O vidro garante baixíssimas perdas de energia, especialmente em altas frequências de sinal, como as usadas no novo padrão de rádio-frequência LTE, ou nos futuros sistemas de radar para direção autônoma. E, ao contrário dos materiais polímeros, a qualidade não muda ao longo do tempo, porque o vidro dificilmente envelhece e pode proteger os microcomponentes eletrônicos contra influências ambientais.

**solutions:** Onde o vidro ultrafino poderia ser usado inicialmente?

**Töpper:** Consumidores de eletrônicos e aplicações para smartphones, como telas e sensores, são os primeiros produtos que me vêm à mente. Depois, espero vê-los serem utilizados no mundo automotivo, onde as mais altas confiabilidade e qualidade são de extrema importância.

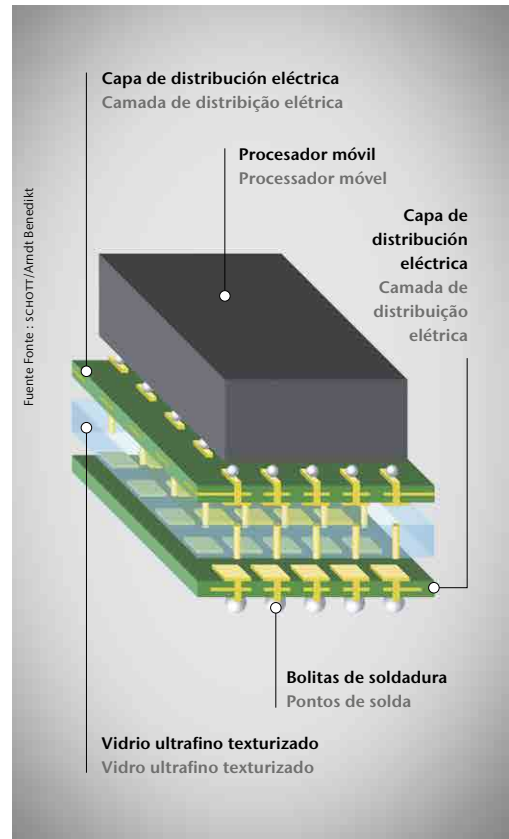
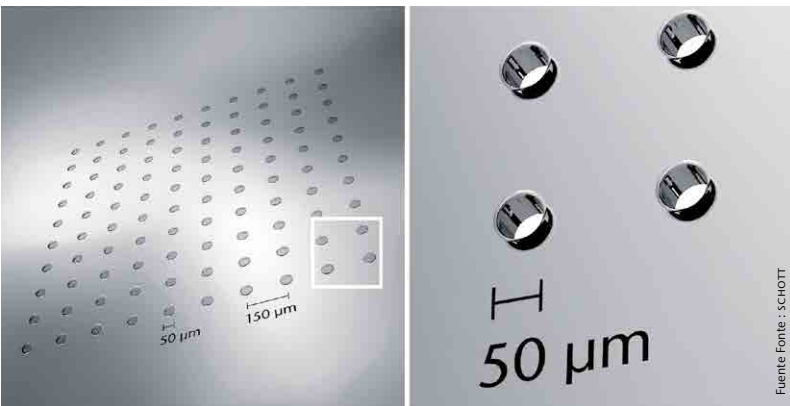
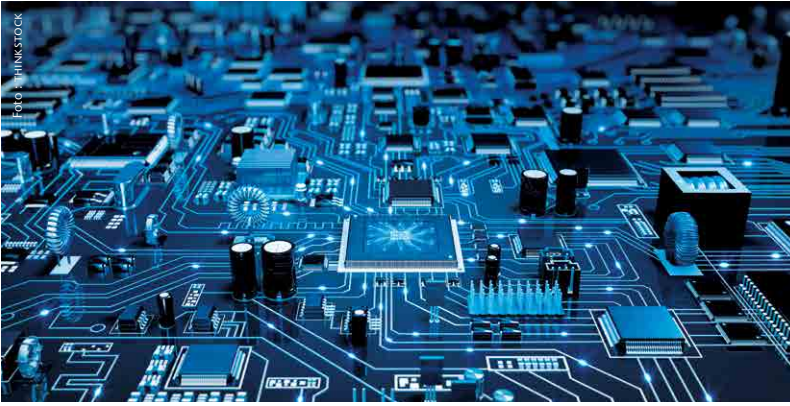
**solutions:** Quais produtos o IZM está desenvolvendo em conjunto com a SCHOTT?

**Töpper:** Atualmente, o foco está no desenvolvimento de interposers com base em vidros ultrafinos. Na SCHOTT, encontramos um parceiro ideal para tornar estas promissoras aplicações futuras comercializáveis. <



desarrollo de componentes de bajo consumo para altas frecuencias y participando en un proyecto conjunto con el Georgia Institute of Technology (EE.UU.), para el que se realizaron prototipos de unos ‘interposers’ a partir de vidrio de SCHOTT de 30 µm de espesor. Estas placas en miniatura conectan componentes microelectrónicos entre sí o a la placa principal y hacen posibles unas altísimas tasas de transferencia de datos, así como finísimas redistribuciones de contactos e interconexiones verticales. Los desarrolladores de SCHOTT taladran en un vidrio ultrafino orificios denominados ‘vias’

disso é o trabalho que a companhia vem realizando no desenvolvimento de componentes de alta frequência e eficiência energética em cooperação com o Instituto Fraunhofer de Confiabilidade e Microintegração (IZM), em Berlim (Alemanha), além de seu envolvimento em um projeto conjunto com o Instituto de Tecnologia da Geórgia, EUA. Neste caso, protótipos de interposers foram produzidos com vidro fino de 30 micrômetros da SCHOTT. Estas placas de circuito em miniatura conectam componentes microeletrônicos com outros ou com a placa mãe, como as convencionais placas de



Los ‘interposers’ (foto de la dcha.) interconectan los componentes electrónicos en un espacio mucho más reducido que las placas de circuito impreso tradicionales (foto de arriba a la izda.). Para realizar las finísimas ‘vias’ precisadas se pueden perforar con un láser más orificios en un vidrio ultrafino que en los substratos convencionales: aprox. 12.700 sobre una área de 20 x 20 cm (abajo a la izda.).

Interposers (foto à esq.) conectam componentes microeletrônicos dentro de um espaço bem menor que o das placas de circuito impreso (foto acima, à esq.). Um laser pode ser usado para sulcar mais orifícios no vidro ultrafino do que nos substratos convencionais para proporcionar as mais finas vias necessárias, com cerca de 12.700 sobre uma área de 20 por 20 centímetros (foto abaixo, à esq.).

(Vertical interconnect access), de tan sólo unas decenas de micrometros de diámetro, utilizando unos procesos de mecanizado de última tecnología muy precisos basados en láseres de pulsos ultracortos.

SCHOTT tiene previsto aplicar su vasto know how en el campo del vidrio ultrafino en muchos mercados de futuro, en particular para el smartphone. Esto incluye displays a base de OLEDs que se pueden curvar o doblar. El vidrio ultrafino templado y resistente a las rayaduras también resulta idóneo como sustrato o material de encapsulado en sensores de huella dactilar, para la identificación fiable de usuarios de smartphones, ya disponibles en el mercado con vidrio ultrafino de SCHOTT. Las baterías de película delgada son otro campo de aplicación. Estas microbaterías de la próxima generación suministran energía a los dispositivos autónomos y sensores más pequeños. Se pueden utilizar p. ej. en “wearables” y, sobre todo, en la “Internet de las cosas”. “Para hacer realidad estas fascinantes tendencias de futuro estamos en estrecho contacto con partners de desarrollo e industriales y detectamos un potencial de crecimiento relevante para SCHOTT”, señala el Dr. Sprengard. < [ruediger.sprengard@schott.com](mailto:ruediger.sprengard@schott.com)

circuito impreso, mas atingem taxas de dados mais elevadas, além de reconexão e vias perfeitas (acessos verticais interconectados). Para isso, os desenvolvedores da SCHOTT fizeram sulcos, ou as chamadas vias, de apenas 10 micrômetros de diâmetro no vidro ultrafino. Processos de usinagem de alta precisão, com avançados lasers de pulso ultracurtos, são a base para isso.

A SCHOTT irá investir sua vasta expertise na área de vidro ultrafino para usar em muitos mercados futuros interessantes, particularmente os smartphones. Isso inclui telas curváveis ou dobráveis baseadas em diodos orgânicos emissores de luz (OLEDs). Temperado e, por conseguinte, resistente a riscos, o vidro ultrafino também é ideal para uso em sensores de impressão digital como sustrato ou material encapsulante. Estes detectores para identificação confiável de usuários de smartphones já estão disponíveis no mercado com o vidro ultrafino da SCHOTT. Baterias de película fina são ainda um importante campo de aplicação que merece ser mencionado. Estas microbaterias da próxima geração são capazes de alimentar até mesmo os menores aplicativos autónomos ou sensores com energia. Podem ser “wearables”, ou seja, usadas como dispositivos de visualização em pulseiras e, especialmente, para a “Internet das Coisas”. “Para nos capacitarmos para realizar essas fascinantes tendências futuras, já estamos em contato estreito com parceiros de desenvolvimento e da indústria, de olho no relevante potencial de crescimento para a SCHOTT”, conclui o Dr. Sprengard. < [ruediger.sprengard@schott.com](mailto:ruediger.sprengard@schott.com)