



2,300

transistors were included in Intel's first ever commercial CPU, the 4004.
Transistoren hatte die erste kommerzielle CPU der Welt, der Intel 4004, an Bord.

More than Moore

With each new model, electronic devices become more complex, powerful and energy efficient. But traditional chip architectures are reaching their technological limits. Innovative concepts offer solutions such as 3D chip packages using glass.

Mehr als Moore: Mit jedem neuen Modell werden elektronische Geräte komplexer, leistungstärker und energieeffizienter. Traditionelle Chiparchitekturen stoßen derzeit an technologische Grenzen. Neuartige Konzepte wie 3D-Chippackages, bei denen auch Glas eingesetzt wird, bieten Lösungen.

By Christine Fuhr

EN After more than 50 years, Moore's law for computer chips is reaching an end to its validity, with the number of transistors per unit area doubling about every 24 months, a rate now at the limits of physics. The race for ever smaller nanotechnological structures has long been about chip production. TSMC (Taiwan Semiconductor Manufacturing Company) can already scale its process to seven nanometers (= 0.000007 millimeters). But at five nanometers, according to experts, the process becomes not only economical, but also technically critical, as physical tunnel effects would undermine the switching effect of semiconductors.

While transistor scaling has changed by a factor of 1,000 since the late 1960s, system scaling has only managed a factor of 5. There is still enormous potential for performance improvements at system level, where "intelligent" active and passive electronic components are "packaged."

This is precisely what the Georgia Tech Packaging Research Center in Atlanta, Georgia (USA). A consortium of partners from industry, research and material producers including SCHOTT has taken up the mission of joining the previously separate industrial infrastructures for semiconductors and printed circuit boards. The joint development project hopes to create a technology platform for the heterogeneous integration of electronic components for more efficient system architectures.

The challenge lies in optimally connecting diverse components from widely dispersed "worlds." Physical quantities in computers range from a few nanometers (= millionths of a millimeter) for microprocessor structures to visible 300-micrometer structures on printed circuit boards. ▶

DE Nach über 50 Jahren verliert das Moore'sche Computerchip-Gesetz seine Gültigkeit, denn die Beobachtung, dass sich die Zahl der Transistoren pro Flächeneinheit etwa alle 24 Monate verdoppelt, stößt an die Grenzen der Physik. Längst geht es in der Chipproduktion beim Wettlauf um immer kleinere Strukturen um Nanotechnologie. TSMC (Taiwan Semiconductor Manufacturing Company) kann in seinem Prozess bereits auf sieben Nanometer (= 0,000007 Millimeter) skalieren. Doch bei fünf Nanometern, so Experten, wird es nicht nur wirtschaftlich, sondern auch technisch kritisch, denn dann würden physikalische Tunneleffekte die Schaltungswirkung von Halbleitern unterlaufen.

Während sich die Skalierung von Transistoren seit Ende der 1960er Jahre in rasantem Tempo um einen Faktor 1000 verändert hat, wurde in der Systemskalierung nur ein Faktor 5 erzielt. Auf Systemebene also, wo „intelligente“ aktive sowie passive elektronische Bauelemente „verpackt“ werden, existiert ein riesiges Potential für Performance-Verbesserungen.

Genau hiermit befasst sich das Georgia Tech Packaging Research Center in Atlanta (Georgia/ USA). Ein Konsortium, zusammengesetzt aus Partnern der Industrie und Forschung sowie Materialherstellern wie SCHOTT, hat als Mission, die bislang getrennten Industrie-Infrastrukturen für Halbleiter und Leiterplatten zusammenzubringen. Ziel des gemeinsamen Entwicklungsprojekts ist, eine Technologieplattform zu schaffen zur heterogenen Integration elektronischer Bauteile und damit für effizientere Systemarchitekturen.

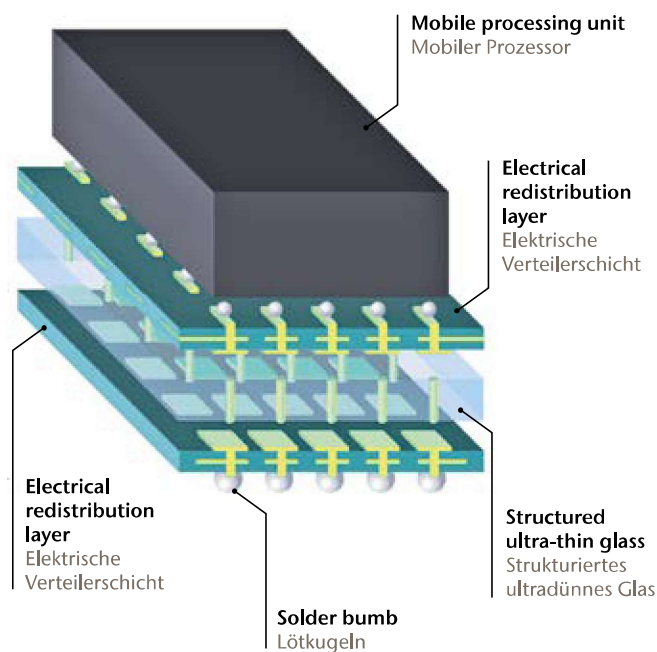
Herausforderung ist, die unterschiedlichen Komponenten aus weit auseinanderliegenden „Welten“ optimal zu vernetzen. Denn die physikalischen Größen in Computern reichen ▶

Interposer in detail

Interposer im Detail

For these worlds to better communicate, special intermediaries – or “interposers” – are needed. They function as complex structured, metallized high-performance printed circuit boards and connect high-performance components such as (graphics) processors, memories with extremely high bandwidths (High Bandwidth Memory / HBM) and other devices as compactly as possible or with the motherboard: either next to each other in “2D,” above and below the interposer in “2.5D” or stacked in “3D.” As intermediate circuits, the interposer contains through-vias and rewirings that function in the smallest of spaces. The result is short cable paths, optimized data transfers and simultaneous energy savings relative to area.

Interposers can be made of silicon or glass. “However, silicon, which is the most commonly used substrate material, is relatively expensive and has less-than-ideal properties such as parasitic capacitance and impedance. This means it retains relatively strong electromagnetic fields generated by passing currents. Glass, on the other hand, offers a perfect specification profile, especially in the high-frequency range. That is particularly advantageous for high-performance density and more computing power in less space,” explains Matthias Jotz, Global Product Manager for Semicon and Sensors at SCHOTT. Glass is inorganic, non-conductive and does not have to be passivated. Its excellent surface mirrors the roughness of the copper metallization, resulting in fewer losses at high data frequencies/rates and higher energy efficiency than with other materials. Glass also provides mechanical and thermal stability in packaging, where heat enters the interposer asymmetrically. Its coefficient of thermal expansion (CTE) can be variably adjusted to meet the expansion requirements of different materials and to optimize the reliability of the entire component.



von wenigen Nanometern (= millionstel Millimetern) der Mikroprozessor-Strukturen bis hin zu sichtbaren 300 Mikrometer-Strukturen auf der Leiterplatte. Damit diese Welten optimal kommunizieren, braucht es spezielle Vermittler, sogenannte „Interposer“. Sie fungieren als komplex strukturierte, metallisierte Hochleistungs-Leiterplatten und verbinden leistungsstarke Komponenten wie (Grafik-)Prozessoren, Speicher mit extrem hohen Bandbreiten (High Bandwidth Memory/HBM) und andere Devices möglichst kompakt oder mit der Hauptplatine: entweder „2D“ nebeneinander, „2,5 D“ über und unter dem Interposer sowie „3D“-gestapelt. Als Zwischenschaltungen enthält der Interposer Durchkontaktierungen und Umverdrahtungen – das funktioniert über kleinste Leiterbahnen. Das Ergebnis: kurze Leitungswege, optimierter Datentransfer sowie gleichzeitige Energieersparnis pro Fläche.

Als Material für Interposer kommen Silizium oder Glas infrage. „Das weitverbreitete Substratmaterial Silizium ist jedoch relativ teuer und weist suboptimale Eigenschaften wie parasitäre Kapazitäten und Impedanzen auf. Das bedeutet, es hält beim Stromdurchgang entstehende elektromagnetische Felder relativ stark fest. Glas hingegen bietet ein perfektes Spezifikationsprofil, gerade im Hochfrequenzbereich. Das sorgt für das gewünschte Plus an hoher Performancedichte und mehr Rechenpower auf weniger Bauraum“, erklärt Matthias

SCHOTT contributes its material, analytical and process expertise to Georgia Tech's development project, along with its MEMpax®, AF 32® and D 263® thin glasses in thicknesses from 0.03 to 0.5 millimeters. The thin glass is produced using the down-draw process. This ensures fire-polished glass surfaces with a roughness of less than one nanometer without post-treatment. Thin glass can be mass-produced in large formats, with high surface quality and at low cost – an advantage over silicon wafer production. SCHOTT's experts are also working on a highly efficient structuring process for interposers called through-glass-vias (TGVs). Expert Matthias Jotz claims it will be "scalable and meet future cost roadmaps." Potential applications for SCHOTT's glass interposers include high-power use in high-performance computers. But applications will extend beyond high-performance. "The technology is to be understood as a platform – it can be used anywhere", says Jotz. As a Georgia Tech partner, SCHOTT has supplied prototypes for various applications for customers in the semiconductor industry, "...making progress with its thin glass and structuring expertise." The "More than Moore" era has long since begun, leading to new ways forward for the future of computer science. ■



MEMpax® thin glass enables wafers in large sizes.

Mit MEMpax® Dünngläsern lassen sich großformatige Wafer herstellen.



More information
Weitere Infos
www.schott.com/thinglass



Contact
Kontakt
matthias.jotz@schott.com

Jotz, Global Product Manager Semicon and Sensors bei SCHOTT. Glas ist anorganisch, nicht leitfähig und muss nicht passiviert werden. Weitere Pluspunkte sind eine hervorragende Oberfläche, deren Rauheit sich in der der Kupfermetallisierung widerspiegelt. Dadurch entstehen bei hohen Datenfrequenzen/-raten weniger Verluste und eine höhere Energieeffizienz als bei anderen Materialien. Beim Packaging, wo asymmetrisch Wärme in den Interposer gelangt, sorgt Glas für mechanische und thermische Stabilität. Der thermische Ausdehnungskoeffizient (CTE) kann variabel eingestellt werden, so dass Dehnungsanforderungen unterschiedlicher Materialien bedient und die Zuverlässigkeit des gesamten Bauteils optimiert werden können.

Im Entwicklungsprojekt von Georgia Tech bringt SCHOTT sein Material-, Analytik- und Prozess-Know-how ein. Konkret geht es um die Dünngläser MEMpax®, AF 32® und D 263® in Dicken von 0,03 bis 0,5 Millimeter. Das Dünnglas wird im Down-Draw-Verfahren hergestellt. Dabei entstehen ohne Nachbehandlung feuerpolierte Glasoberflächen mit einer Rauigkeit von unter einem Nanometer. Der Vorteil im Vergleich zur Herstellung von Siliziumwafern: Dünnglas lässt sich in großen Formaten, mit hoher Oberflächengüte und kostengünstig in Serie herstellen. Experten von SCHOTT arbeiten zudem an einem hocheffizienten Strukturierungsprozess für die Durchführungen in den Interposern, sogenannte Through-glass-vias (TGVs). Dieser, so Experte Jotz, sei „skalierbar und erfüllt künftige Kosten-Roadmaps“. Als potentielle Anwendungen für die gläsernen Interposer von SCHOTT gelten zunächst High-Performance-Anwendungen wie Hochleistungscomputer. Dennoch, so Jotz: „Die Technologie ist als Plattform zu verstehen – man kann sie überall verwenden.“ Für Kunden aus der Halbleiterindustrie hat SCHOTT als Georgia-Tech-Partner Prototypen für verschiedene Anwendungen geliefert und „... mit seiner Dünnglas- und Strukturierungs-Kompetenz für Fortschritte gesorgt.“ Die Ära „More than Moore“ hat also längst begonnen – und zeigt neue Wege für die Computertechnik von morgen. ■