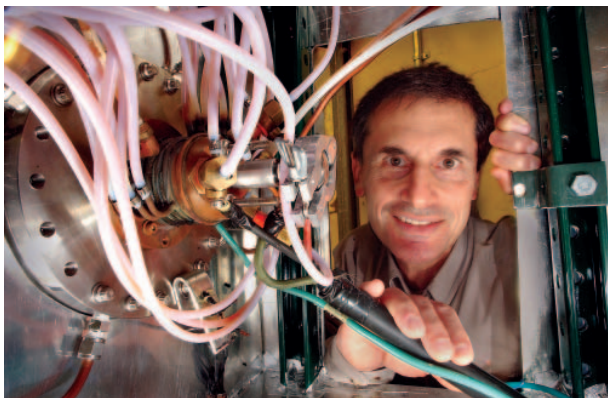


Plasma-Fenster hält Vakuum

Luftleere Räume bilden die grundlegende Voraussetzung für viele Experimente der modernen Physik. Während ein Vakuum bisher mit starren Ventilen aus Stahl, Kunststoff- und Kupferdichtungen abgeschlossen wird, könnte eine unsichtbare Wand aus geladenen Teilchen diese Aufgabe eleganter übernehmen. US-Physiker entwickelten nun ein solches Plasma-Fenster, um vor allem das sensible Vakuum in den Röhren von Teilchenbeschleuniger besser zu schützen.



Ady Hershcovitch mit dem Plasma-Ventil, das ohne bewegliche Teile auskommt (Quelle: BNL)

Im Unterschied zu traditionellen Ventilen hat ein Plasma-Ventil keine bewegten Bauteile und kann dadurch Luft vom Vakuum sehr viel schneller abgrenzen. Ady Hershcovitch und Kollegen am Brookhaven National Laboratory in Upton gelang es, innerhalb einer einzigen Nanosekunde das Plasma-Ventil zu schließen und einen zerstörerischen Luftesturz abrupt zu stoppen. In dieser extrem kurzen Zeitspanne bauen sich – elektronisch gesteuert – elektrische und magnetische Felder auf. Diese Felder innerhalb eines Kupferzylinders stabilisieren ein Plasma aus ionisierten, 15 000 Grad heißen Teilchen eines zugeführten Gases.

Wollen nun äußere Luftmoleküle durch diese fast masselose Plasma-Hürde in das Vakuum eindringen, stoßen sie auf die geladene Plasma-Wolke und prallen ab – das Vakuum ist geschützt. Als erste werden wohl Teilchenphysiker mit ihren teilweise Kilometer langen, luftleeren Beschleuniger-Röhren von dieser neuen Ventil-Technik profitieren. Denn jedes kleinste Luftleck kann die komplexen Versuche auf Tage und Wochen verzögern. So lange kann es dauern, bis leistungsfähige Vakuumpumpen die störenden Luftteilchen aus der Röhre und den

Stahlwänden wieder abgesaugt haben. Der ultraschnelle Abschluss mit den Plasma-Ventilen könnte diese Zeit wesentlich verringern helfen.

Auch für die zur Zeit in vielen Laboratorien weltweit durchgeführten Vakuum-Experimente an Nanomaterialien könnten mit dem Plasma-Ventil neue Zeiten anbrechen. So gestaltet es sich relativ schwierig, neue Substanzen in ein Vakuum einzuschleusen. Doch mit geschickt konstruierten Plasma-Schleusen ist ein schnellerer und leichter Zuzugriff in die Vakuumkammer der Physiker denkbar.

Gepumpt: Wasserkühler für Computerchips

Wasser kühlt besser als Luft. Was Motorenbauer schon lange zu schätzen wissen, entdecken nun auch Entwickler von Chip-Kühlern. Mit zunehmender Gigahertz-Rate produzieren Prozessoren immer mehr Wärme, die abgeführt werden muss. Zahlreiche Hersteller arbeiten geradezu fieberhaft daran, diese Hitze leise und effektiv ohne surrenden Lüfter vom empfindlichen Chip abzuleiten. Eine geräuschlose Wasserpumpe ohne bewegliche Teile – diese Lösung schlägt nun die amerikanische Firma Cooligy vor.

In ersten Versuchen konnte der winzige Wasserkühler Wärmeleistungen von rund 120 Watt pro Quadratzentimeter effektiv entgegenwirken. Auch kleine heiße Bereiche auf den Chips, den „Hot Spots“, mit einer Wärmeentwicklung von bis zu 500 Watt überforderten den Prototyp nicht. Da aktuelle Chips wie der Intel Centrino etwa 35 Watt Wärme produzieren, lässt diese Kühlleistung noch auf deutlich schnellere Taktraten im hohen Gigahertz-Bereich hoffen.

Die geräuschlose Wasserpumpe nutzt das Prinzip der Elektro-Osmose, eine Idee von Ken Goodson von der Stanford University. Eine zyklische Ionisierung der Wassermoleküle sorgt dabei für den nötigen Antrieb im geschlossenen Kühlkreislauf. Dieser verläuft von der Pumpe über ein filigranes Leitungssystem zur Oberseite des Prozessors und wieder zurück. Eine zwei Millimeter dünne Glasscheibe bildet das Herzstück der Wasserpumpe, die rund 200 Milliliter Wasser pro Minute fördern kann. Durch diese Scheibe führen winzige Kanäle von

nur einem Mikrometer Durchmesser. Über eine schaltbare elektrische Ladung an der Oberseite der Scheibe werden ionisierte Wassermoleküle durch diese Kanäle hindurch gezogen und gewährleistet so eine ausreichende Zirkulation im Kühlkreislauf. Bewegliche Teile sind für diese flache Wasserpumpe nicht erforderlich.

Für lautlose und effektive Chipkühler setzen auch andere Entwickler auf Flüssigkeiten. So zirkuliert in einem Produkt der Firma Signum Data ein Alkohol in einem Kühlkreislauf durch das abwechselnde Aufheizen auf dem Chip und das darauf folgende Abkühlen außerhalb des Rechner-Gehäuses wie von selbst. Eher klassisch muten da mikrostrukturierte Kühlrippen an, die jedoch durch eine deutliche Vergrößerung der kühlenden Oberfläche im Vergleich zum heutigen Standard die Abführung der Prozessor-Wärme verbessern.

Flüssige Linsen für kleinere Mikrochips

Weltweit suchen die Chiphersteller neue Ansätze, die Strukturen unterhalb der 100-Nanometer-Schwelle ermöglichen. Die Vorschläge reichen von der Lithographie mit Extrem-Ultravioletten-Licht (EUV) bis hin zu Methoden der Nanotechnologie. Kostengünstiger wäre es jedoch, die bekannte Technologie der optischen Lithografie zur Gestaltung der Schaltkreise auf den Silizium-Rohlingen noch weiter auszureizen. Flüssige Linsen aus hochreinem Wasser könnten es ermöglichen, die Strukturen auf einem Chip bis auf rund 65 Nanometer schrumpfen zu lassen.

Forscher des amerikanischen National Institute of Standards and Technology (NIST) in Gaithersburg haben dazu in einer Belichtungsapparatur winzige Wassertropfen ohne direkten Kontakt zwischen die letzte fokussierende Einheit und den Siliziumrohling deponiert.¹⁾ Dabei versuchten sie, Form, Größe und Ort dieser wässrigen Linse genau zu kontrollieren, gleichzeitig aber eine schädigende Benetzung des Rohlings mit Wasser zu vermeiden. Insgesamt gelang es ihnen dadurch, die Auflösung bis auf ein Drittel der Wellenlänge des eingestrahlt Lichts von 193 nm zu steigern. Dieses Prinzip, die Auflösungsgrenze durch eine kürzere Wellenlänge zu

1) J. H. Burnett, S. Kaplan, Proc. SPIE Optical Microlithography XVI (2003) 5040-188.0

senken, entspricht dem von Immersionsmikroskopen. Dort wird allerdings Öl als lichtbrechendes Medium zwischen Gegenstandsebene und Objektiv verwendet.

In den Versuchen der NIST-Forscher reagierte die flüssige Linse allerdings sehr empfindlich auf Temperaturschwankungen, was zu Produktionsfehlern auf dem Silizium-Wafer führen könnte. Dennoch verfolgen sie diesen Ansatz weiter. Mit einer entsprechenden Prozesskontrolle wollen sie die flüssige Linse auch für das in wenigen Jahren eingesetzte 157-Nanometer-Licht nutzen. Sie rechnen hier mit möglichen Chipstrukturen um die 45 Nanometer.

Bislang begnügen sich die Chiphersteller mit Licht der Wellenlänge 243 Nanometer, doch die ersten Fabriken mit 193-Nanometer-Licht stehen in den Startlöchern. Lässt sich damit gemäß klassischer Physik keine Struktur unterhalb dieser Größenschwelle herstellen, helfen spezielle Kunststoffe und andere hochbrechende, optische Materialien, der Diffraktionsgrenze ein Schnippchen zu schlagen. Doch hochreines Wasser mit einem Brechungsindex von rund 50 Prozent über dem von Luft ermöglicht im Prinzip sogar die Produktion von Strukturen, die nur rund einem Drittel dieser Wellenlänge entsprechen.

Allerdings dürfte mit diesen Tricks endgültig das Potenzial der optischen Lithografie ausgereizt sein. Für das Ende des Jahrzehnts setzen die meisten Hersteller daher auf extrem-ultraviolettes Licht mit 13 Nanometer Wellenlänge. Erste Testläufe ermöglichten Strukturen um die 30 Nanometer. Mit einem weiteren Schrumpfen dieser Maße ist auch bei EUV zu rechnen.

Spiegel oder Fernseher: Der Mirror-TV verbindet beides

Fast jeder hat es morgens eilig: Schnell noch vor dem Spiegel rasieren oder doch das „Morgenmagazin“ anschauen? – Diese Frage stellt sich für die Nutzer des „Spiegel-Bildschirms“, entwickelt vom Elektronikkonzern Philips, nicht mehr. Die Produktdesigner integrierten einfach einen Flüssigkristall-Bildschirm in einen Spiegel. Neben Fernsehprogrammen können auf den wahlweise gut 40 bis über 70 Zentimeter (17, 23, 30 Zoll) großen Monitoren auch

Webseiten besucht oder für die Kinder Lehrfilme zum richtigen Zähneputzen ablaufen.

Über die technischen Details, die einerseits eine gute Spiegelung und andererseits ein reflexionsfreies TV-Bild ermöglichen, gibt Philips nicht viel preis. Ein halbdurchlässiger Spiegel direkt auf dem LCD meistert diese Doppelaufgabe. Bei laufendem Fernsehprogramm sorgt er für eine spiegelungsfreie Durchsicht. Ist das Gerät abgeschaltet, reflektiert der Spiegel das einfallende Licht fast vollständig. Während gewöhnliche halbdurchlässige Spiegel mit einer Beschichtung arbeiten, die nur 50 Prozent des Lichts transmittieren, habe Philips mithilfe einer Polarisationsfolie als Spiegelober-



Der Mirror-TV besteht aus einem Spiegel mit einem integrierten Flüssigkristall-Bildschirm (Quelle: Philips)

fläche eine vollständige Transmission erreicht, heißt es bei dem Unternehmen.

Seine Feuertaufe erhielt dieses TV-Gerät für Flur oder Badezimmer im Philips-Testlabor „Homelab“ in Eindhoven. Dort wohnen ausgewählte Testpersonen einige Tage oder Wochen und probieren mögliche Innovationen aus. Kabellose High-Tech-Anwendungen, Verschmelzungen von HiFi- und TV-Welt mit dem PC und eben neue Monitor-Typen will der Konzern dadurch auf einen sinnvollen Nutzen überprüfen. Der TV-Spiegel gehört zu den ersten Produkten, die dieser High-Tech-Testwelt entspringen. Es soll 2005 auf den Markt kommen. Preise stehen allerdings noch nicht fest. Doch zielt der Konzern in erster Linie auf die Ausstattung von modernen Hotelzimmern.

JAN OLIVER LÖFKEN