

SİLİKON TEKNOLOJİSİNİN YENİ ATAĞI

Bir bilgisayar çipinde yer alan transistör sayısının her yıl iki katına çıkacağını öngören Moore Yasası 1965 yılında gündeme geldiğinde, bir bilgisayar çipinin üzerinde yaklaşık 1-2 düzine transistör bulunuyordu. Günümüzde bir bilgisayar çipinde yaklaşık 1,7 milyar transistör bulunurken, 2012 yılındaysa bu sayının 10 milyara çıkacağı öngörülüyor. 1965 yılından 2005 yılına kadar geçen 40 yıllık süre içinde transistör sayısındaki bu sürekli artış bilgisayar teknolojisi alanında çok büyük gelişmeler yaşanmasını ve böylece tüm dünyaya silikon tabanlı bir dijital ekonominin hakim olmasını sağladı. Ama bilgisayar çiplerinin üzerine yerleştirilen transistör sayısı arttıkça, teknik anlamda bazı ciddi olumsuz gelişmeler de gündeme geldi. Bilgisayarların içindeki ısı artmaya, elektrik akımı devrelerden dışarıya sızmaya ve birbirine yakın kablolar arasında elektrik çakışması yaşanmaya başladı. Transistörlerdeki bu artış nedeniyle bilgisayarların harcadığı güç miktarı da arttı. Günümüzde ortalama bir masaüstü bilgisayar 100 watt güç harcarken, ortalama bir dizüstü bilgisayarın harcadığı güçse 75 watt. Transistör sayısının artması nedeniyle yaşanan bu sorunlara Intel'in getirdiği çözümlerden biri, transistör sayısını artırmak için transistörleri küçültmek yerine, aynı devre düzeneğini aynı silikon tabakası üstünde birkaç kez döndürmek. Intel, gerçekleştirdiğini bu yıl içinde açıkladığı bu teknolojiyi "ikili" ya da "çoklu" çekirdek teknolojisi olarak adlandırıyor.

Ama bu teknolojiyle birlikte de, bakır kabloların yarattığı kısıtlamalardan dolayı yaşanan sorunlar gündeme geliyor. Bilgi-

sayar çiplerinin, dolayısıyla işlemcilerin performansı arttıkça, bakır kablolar yeter-
siz kalıyor. Bakır kabloların içinde bilgiyi 1'ler ve 0'lar halinde taşıyan elektrik atımı, kablo içinde ilerlerken elektrik direnciyle karşılaşılıyor ve bu karşılaşma taşımanın bilginin zarar görmesine neden oluyor. Bu soruna getirilebilecek çözüm, bu veri bitlerinin birbirinden yeterince uzak tutulması, yeterince yavaş hareket etmesi ve böylece kablonun diğer ucundaki cihazların bu veri paketlerini düzgün bir biçimde yakalayabilmesinin sağlanması. Günümüzde bakır kablolarla birbirine bağlı bilgisayarlardan oluşan yerel ağlarda veri trafiği kazalarına neden olan bu sorunun, gelecekte çok işlemcili bilgisayarlarda, işlemciler arasındaki veri trafiğinde de sorun yaratacağı öngörülüyor.

Bu sorun giderilmediği sürece Moore Yasası geçerliliğini korumaya devam ederek bilgisayarlara daha fazla güç sağlasa da, çiplerdeki verilerin işlemcilerle eş zamanlı olacak şekilde yeterince hızlı hareket etmesinde sorun yaşanacak ve bu da bilgisayarların Moore Yasasının süreklili-

ğinin getireceği üstünlüklerden yararlanamamasına neden olacak. Bu sorunun üstesinden gelebilmek için bilgisayarların, hem çiplerin kendi içindeki, hem de çipler arasındaki büyük miktarlardaki verinin hareketi için, kendisine bakır kabloların sağladığından daha hızlı bir yol bulması gerekiyor.

Silikon Lazersiz Asla!

Silikonoptik potansiyelinin hayata geçmesi, uygun silikon lazerin gelişimine bağlı. Intel geçtiğimiz kış tümüyle silikondan oluşan ilk lazeri yaptığını açıkladı. Silikon çiplerini üretmek için kullanılan üretim yöntemlerinin aynı kullanılarak yapılan bu deneysel cihaz, kızılötesi sabit bir foton demeti üretmeyi başardı. Oysa ki şimdiye değin bu böyle bir şeyin silikon kullanılarak gerçekleştirilmesi olanaksız olarak görülüyordu.

Uzun mesafeli telekomünikasyon ağlarının ve İnternet hızının belkemiği olan optik fiberler çok pahalı bileşenler.

Verileri optik olarak almak ve gönder-

Silikondan Optik

Optik bağlantıların bir saniyede taşıyabildiği veri, bakır kabloların bir saniyede taşıyabildiğinin binlerce katına eşit. Ancak günümüzde varolan optik bileşenlerin yapıldığı yarı iletkenler olan Galyum Arsenür ve İndiyum Fosfid bireysel bilgisayarlarda, hatta yerel ağlarda bile kullanılmayacak kadar pahalı. Gereken değişimin gerçekleştirilmesi için bu optik cihazların silikondan yapılabilmesi, yani silikon optiğe geçişin başarılabilmesi gerekiyor.

Silikon optiğe geçişle birlikte silikon çiplere, ışığı yönetebilmek ve ışığa tepki verebilmek ye-

tenekleri de eklenebilir. Bu yetenek başlangıçta ağlardaki bakır bağlantıların yerine optik bağlantıları koymak için kullanılabilecek de zamanla tek bir çip içindeki işlemciler arasındaki bakır kabloların yerini de silikon optik yapılar alabilir.

Silikon tabanlı optik bileşenler sayesinde optik teknoloji ve elektrik teknolojisi bilgisayar düzeyinde birbiriyle ilişkili hale gelebilir ve silikonun optik üzerinde ciddi bir etkisi olabilir. Dışarıdan çiplerin içine, çiplerin içinden dışına ve farklı bilgisayarlar arasında veri taşınmasını hızlandırabilecek olan bu teknoloji, tüm bunlar sonucunda çok ileri düzeyde hesaplama gücüne erişmemize yardımcı olabilir.

mek için gereken dört temel bileşen var: Işık demeti oluşturacak bir lazer, oluşan bu demeti dijital 1'leri ve 0'ları temsil eden açık ve kapalı konumlara dönüştürecek bir modülatör, ışığı çipler boyunca götürecektir dalga kılavuzları ve son olarak bu ışığı yakalayacak ve onu yeniden bir elektronik sinyale dönüştürecek fotodetektörler. Şu anda bu cihazların hiçbiri silikondan yapılmıyor ve bu nedenle maliyetleri binlerce dolara ulaşıyor. Bu bileşenlerin temel özellikleri maliyetlerinin düşüklüğü, ölçeklenebilirlikleri, dayanıklılığı, kolay üretilebilirliği ve işlenebilirliği olan silikondan yapılmaları. Silikondan yapılan optik kısımlar optiği daha etkin ve daha yaygın kullanımlı hale getirme potansiyeli taşıdığından silikon optik bugün henüz bir söylentiye de, gelecekte tüm bilgisayar çiplerinin belkemiğini oluşturabilir.

Ancak ışık yayma konusunda kötü olması nedeniyle silikonun iyi bir optik malzemesi olacağı düşünülüyordu. Silikon içindeki elektronlar uyarıldıklarında foton açığa çıkartmak yerine, silikon kristalli kafesinin titreşmesine neden oluyorlar. Bunun sonucunda ortaya çıkan da ışık değil, ısı oluyor. Galyum arsenür ve indiyum fosfid gibi yarı iletkenlerse elektriksel olarak uyarıldıklarında ışık yayıyorlar. "Optik çip" söz konusu olduğunda, bu çipi üretmek için silikonun doğru bir malzeme olmadığı görüşünün hakim olmasının nedeni de buydu. 1990'ların sonlarında bu konuyla ilgili olarak umut verici çalışmalar yürütülmeye başlandı. 2004 yılının Şubat ayında Intel'deki araştırmacıların, bir lazerden yayılan ışık demetinin önüne silikon bir modülatör yerleştirerek 1 milyar hertz, yani 1 gigahertz hızında

dijital 1 ve 0 atımları üretmeyi başardıklarını açıklamalarıyla ciddi bir dönüm noktası gerçekleşti. Bu hız, silikonla yapılan bir önceki deneyin sonucunun 50 katına eşitse de, optik rakiplerinin göre çok düşük olması nedeniyle yeterli değildi. Bu ilkbahardaysa Intel, bu konuda yaptığı çalışmaların sonucunda 10 gigahertz hızına eriştiğini açıkladı; ki, bu da neredeyse optik modülatörlerinkiyle eşit.

Bu çalışmayla hızda gereken artış sağlandıysa da, düzeneğin en kritik bileşeni hâlâ lazerdi. Neyse ki geçtiğimiz Ekim ayında ışık atımlarını ateşleyen silikon lazerler de yavaş yavaş ortaya çıkmaya başladı. Silikon, elektrik yüklerini ışığa dönüştürme konusunda pek başarılı olamadığından, bu silikon lazerler enerji kaynağı olarak dış lazerlere bağıydı. Tüm çip tabanlı lazerlerde olduğu gibi silikon lazerlerin çalışma mantığı da, enerjiyi aynı dalga boyu ve fazdaki fotonlardan oluşan bir demete dönüştürmektir. Silikonla yapılan deneylerdeyse sorun, fotonların başka bir enerji kaynağından geliyor olmasıydı. Intel, bu soruna getirdiği çözüm, silikon teknolojisindeki benzer, kavramsal olarak çok basit ve zekice: lazer çipine yamanmış bir silikon dalga kılavuzu kanalı. Işık, bu kanal içinde ileri geri zıplayarak şiddet kazanıyor. Bu kanalın her iki kenarına elektrotlar yerleştiriliyor ve bu elektrotlar arasına voltaj verildiğinde, bir elektrik alan oluşuyor. Elektrik alan da, negatif yüklü elektronları pozitif yüklü elektrota doğru sürüklüyor ve böylece onların etkin bir şekilde yoldan süpürülmesini sağlıyor. Sonuç olarak, fotonlar sürekli bir lazer demeti üretinceye değin, önlerinde bir engel olmaksızın biraraya toplanabiliyorlar.

Bir optik spektrum analiz cihazının ekranında lazer tarafından üretilen kızılötesi fotonların sürekli bir akış halinde geldiğini gösteren bir çizgi, bu stratejinin çalıştığını gösterdi. Ama Intel'deki araştırmacıların şimdi de silikon lazerlerle elektronik bileşenlerin yanyana durduğu çipleri üretmenin yollarını bulması gerekiyor. Elektronik devreler, düzinelere malzeme tabakasının dizilip birleştirildiği özenli bir süreç sonucunda oluşturuluyor. Bu süreç içindeki adımlardan bazıları 1000 santigrat derecenin üzerinde sıcaklıklara ya da yakıcı kimyasallara maruz kalmayı gerektiriyor. Bu nedenle Intel'deki mühendislerin, optik cihazları oluşturmak için gereken adımların elektronik devreleri kötü etkilemeyeceğinden ya da bunun tam tersinin yaşanmayacağından emin olmaları gerekiyor.

Silikon fotonun yararlarının ilk göstergesi olarak, Intel birçok modülatörü ve diğer optik bileşenleri bir silikon parçası üzerinde entegre etmeyi planlıyor. Bu tür bir düzenek saniyede 100 gigabit hızında veri aktarımını olanaklı hale getirebilir. Intel böyle bir prototiple, silikon fotoniklerin, veriyi çiplerin içine ve çiplerden dışarıya taşıma konusunda şu anda pazarda varolan herşeyden daha etkin bir potansiyele sahip olduğunu ortaya koyacağını umuyor. Zaten Intel'in, ilgili sorunları gidererek bu teknolojiyi kullanıma sunup sunamayacağı konusunda hiçbir endişesi yok. Konuyla ilgili olarak şirketin kafasındaki tek soru, bunu nasıl ve ne zaman yapabileceği.

Service, Robert, "Intel's Breakthrough"
Technology Review, Temmuz 2005

Çeviri: Ayşenur Topçuoğlu Akman

