

# Mikroskopik Seri Üretim

21. yüzyıl mikroskopik endüstri devriminin temelini oluşturan teknikler Harvard Kimya Laboratuvarı'nda şekilleniyor.

Harvard'da kimyacı olan George Whitesides, elektronik endüstrisinin daha fazla ilerleyemeyeceğine inanıyor. Whitesides, özellikle, fotolitografiyle, diğer bir deyişle bilgisayar çipleri üzerindeki devrelerin karmaşık işlemlerini geliştirmeye ilgileniyor. "Fotolitografinin gerilemesi, her çip için teker teker işlem yapılması sonucudur." diyor Whitesides. Her çip için teker teker işlem yapılması gereken fotolitografi, silikon ve başka birkaç malzeme ile çalışabilir.

Whitesides ve çalışma arkadaşları sadece mikroçip değil, birçok mikromakinenin yapısıyla ilgili yeni bir yaklaşımla ortaya çıktılar. Bu yeni yaklaşımda binlerce çip ya da diğer küçük parçalar mikroskopik kalıplara dökülebilecekler ve birtakım teknik sorunlar olsa da, önümüzdeki yüzyıldaki mikro-ölçek üretimin temelini oluşturacak.

Whitesides bu fikrini ortaya koyarken biyolog arkadaşlarının örnekleri elektron mikroskobu altında incelemelerinden ilham aldı. Biyologlar küçük canlıları incelemek için organizmayı öldürüp, plastikten kalıp alıyorlardı. Bu kalıplar gerçek örneklerden daha dayanıklı ve sık sık kullanılabilir durumdadır.

Üç yıl kadar önce Whitesides, silikon çipleri üretmek için benzeri bir teknik geliştirdi. Geleneksel fotolitografi tekniğini kullanarak çipi kesmeye, oymaya başladı.

İlk önce şablona çipi yerleştiriyor ve sonra şablondaki deliklerden içeri morötesi ışın gönderiyor, böylece ışığa duyarlı filmle kaplı silikonun morötesi ışığa maruz kalan bölgelerini sertleştiriyor. Daha sonra şablonu kaldırıyor ve bir kimyasal maddeyle silikonu yıkayarak şablondaki korunmuş bölgeyi silikonun kaplamadan çözünmesini sağlıyor. Bu çözünmüş bölgeler çipin elektronik devrelerinin iskeletini oluşturuyor.

Bir sonraki adım doğal olarak çeşitli metalleri çip üzerine koymak olmalı. Fakat Whitesides, plastik cerrahide yaygın olarak kullanılan polidimetisioksan polimerini çip üzerine döküyor ve polimer sertleştirdiğinde, polimeri çıkarıyor. ortaya çıkan şey, özgün çipin polimerden bir kalıbı; Whitesides bu kalıbı silikon ve çeşitli metaller arasında reaksiyonu katalize eden bir kimyasal maddeyle mürekkeplenmiş bir istampa gibi kullanıyor.

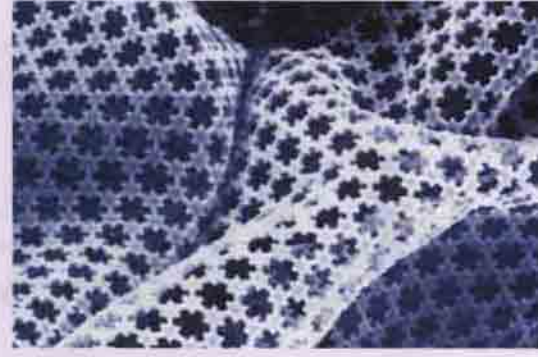
Her çip için morötesi ışık ve kimyasal madde kullanmak yerine, bir tane ana kalıp hazırlıyor ve bunu tekrar tekrar kullanıyor. Sonunda her çip yüzeyine metal buharı püskürtüyor. Püskürtülmüş bu metal de, kimyasal olarak mürekkeplenmiş devreyi birleştiriyor.

"Bu teknoloji henüz fotolitografik tasarım ile yapılan çiplerin yerini alamaz." diyor Whitesides. Mikroçipler birçok katmandan meydana gelir ve bir katmandaki devreyle alttaki ya da üstteki katmanlar, çipin çalışması için birbirine bağlıdır. Ben bu sorunu çözülmemiş sınıfa değil de henüz çözülmemiş sorun sınıfına koyuyorum." diyor Whitesides.

Tüm bu gelişmeler sırasında Whitesides'in aklına plastik kalıpların mikroçip tasarımında kullanılabileceği gelmiş. Esnek kalıplar mikroskopik üretime yeni ve geniş bir kapı açabilir. Whitesides ve arkadaşları son üç yılda minik mercekle, makine parçalarını üretmek için yöntemler geliştirmiş.

Mikroçiplerle birlikte, Whitesides'in yeni tekniği, geleneksel fotolitografiyi kullanarak ana kalıbı oluşturuyor. Whitesides, silikon çip üzerine çeşitli şekiller kazımaya başlamış. Bu rölyeflerin üstüne sıvı plastik döküp sertleştikten sonra kaldırmış. Plastik böylece bir kalıp olarak küçük dişlilerin seri üretiminde bile kullanılabilir.

Whitesides'in uygulamalarından biri de iletişim ağında fiber optikte kullanılan mikroskopik mercekle üretimi. Mercekler, kendi kalıp tekniğiyle üretilmiş küçük



çubuk veya ızgaralardan oluşuyor. Işık, bunlardan geçerken büküldüğü ya da yansıdığı için, mercekle lazer ışığını odaklamak ya da fiber optik sistemde yönlendirmek için kullanılabilir.

Whitesides'in tekniğinin yarattığı küçük delikli levhaların litografide erişilemeyen bir ölçekle üretilmesinden kaynaklanıyor. Eski yöntem, ince ızgara üretiminde kısıtlı kalıyordu; çünkü yakma işini yapan morötesi ışık, içinden geçtiği maske tarafından bükülüyor, bunun sonucunda delikler arasındaki uzaklık kontrol edilemiyordu. En iyi ihtimalle fotolitografide 300 nanometre aralıklı ızgara yapılabiliyordu. Kalıp işlemiyle Whitesides, bunu 30 nanometreye düşürdü.

Bu yöntemde de, ilk önce ızgaraların esnek bir kalıbı yapılıyor, aralıkları yarıya düşürmek için kalıp sıkıştırılıyor ve sıkışmış kalıbın üzerine polimer dökülüyor. Polimer sertleştirdiğinde, yarısı kadar yer kaplayan ikinci kalıp elde ediliyor. Bu işlem, istenilen aralığa erişilinceye kadar devam ediyor.

"Geleneksel fotolitografiyle 200 nanometre büyüklüğünde bir şey yapmak zordur ve eğer 100 nanometreden daha küçük bir şey yapmak istiyorsanız, bu imkânsızdır." diyor Whitesides.

Bu tür kalıpların bir başka potansiyel kullanım alanı da CD'ler. Yukarıda anlatılan yöntemle diskin taşıdığı bilgiyi artırabilirsiniz. CD'ler polimer üzerine mikro büyüklükte tümseklerle kaplı olan metal disk preslenerek üretiliyor. Üzerinde çukuruklar bulunan polimer CD'nin yüzeyi haline geliyor ve lazer bu noktalar halindeki dizgiyi, sese dönüşen sayısal sinyallere çeviriyor. Whitesides'in kalıp işlemiyle bu noktalar yüzde bire kadar bir oranda küçültülerek CD'nin kapasitesi artırılabilir. "Bu çok esnek ve değişken bir teknoloji. Henüz başlangıç noktasındayız; sınırlamalar ve olanakları bilmiyoruz." diyor Whitesides.

Saunders, J. E. *Driver*, Şubat 1997  
Çeviri: Özgür Ergin