

Minyatür Parçacık Hızlandırıcılar Geliştirildi



Mahir E. Ocak

İki ayrı araştırma grubu, yakın zamanlarda minyatür parçacık hızlandırıcılar geliştirdi.

Günümüzde var olan Büyük Hadron Çarpıştırıcı (LHC) ve benzeri parçacık hızlandırıcılar kurulması

pahalı, devasa yapılardır. Bir süredir üzerine araştırma yapılan konulardan biriye minyatür boyutlarda parçacık hızlandırıcılar geliştirmek. Bu minik parçacık hızlandırıcılar, tıptan bilimsel araştırmalara kadar pek çok alanda yararlı olabilir.

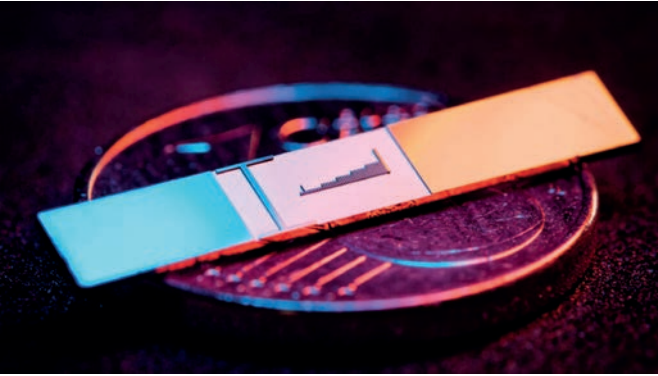
Çip Üstü Hızlandırıcı Uluslararası Programı (ACHIP) kapsamında çalışmalar yapan iki ayrı araştırma grubu, yakın zamanlarda minyatür parçacık hızlandırıcılar geliştirmeyi

başardıklarını açıkladı (Choluba, T. ve ark., “Coherent nanophotonic electron accelerator”, *Nature*, Cilt 622, s. 476, 2023; Broaddus, P., ve ark., “Sub-relativistic Alternating Phase Focusing Dielectric Laser Accelerators”, *arXiv*, 2023).

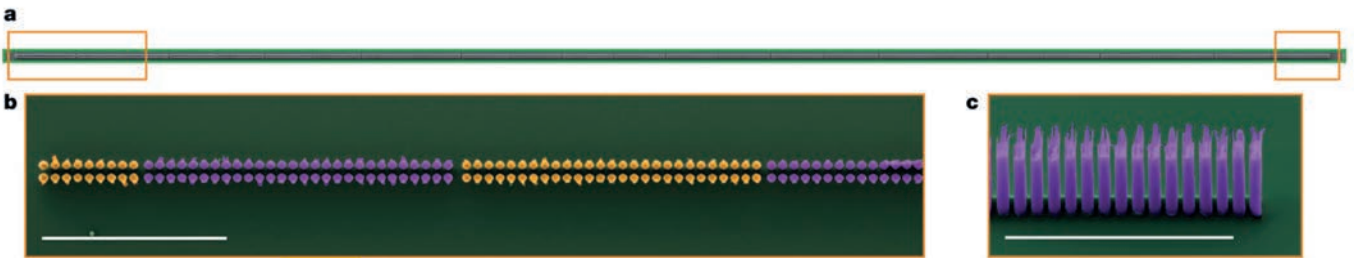
Silikon çipler üzerine inşa edilen hızlandırıcıların ana yapısını art arda dizilmiş 2 mikron yüksekliğindeki sütunlar oluşturuyor. İki sıra hâlinde dizilmiş sütunların arasındaki kanala bir uçtan giren elektronlar diğer uçtan enerji kazanmış olarak çıkıyor. Sütunların aralıklı yapısı elektronların kanalın içine hapsolmesini sağlıyor. Elektronların enerji kazanmasına da üzerlerine lazer ışığı düştüğünde elektromanyetik alanlar üreten sütunlar aracılık ediyor.

Erlangen-Nuremberg Üniversitesinden Peter Hommelhoff ve öğrencileri tarafından geliştirilen çip elektronlara 12,3 keV, Stanford Üniversitesinden Robert Byer ve öğrencileri tarafından geliştirilen çipse elektronlara 23,7 keV enerji aktarabiliyor. LHC gibi parçacık hızlandırıcılarda elektronlara bu değerlerin milyonlarca katı enerji yüklenebildiği düşünülürse minyatür parçacık hızlandırıcıların devasa tesislerin yerini alması zor. Ancak bu minik parçacık hızlandırıcıların, tıptan bilimsel araştırmalara kadar pek çok alanda yararlı olabileceği düşünülüyor. Örneğin günümüzde cilt kanseri tedavisinde kullanılan yüksek enerjili elektronları üretmek için oda büyüklüğünde cihazlar kullanılıyor.

S. Kraus ve J. Litzel/laserphysics.fau



1 avroluk madenî paranın üzerine resmedilmiş bu çipte farklı uzunluklarda 42 ayrı parçacık hızlandırıcı yer alıyor.



Tomáš Chlouba ve arkadaşları tarafından geliştirilen hızlandırıcıların renklendirilmiş elektron mikroskobu görüntüleri. Kanala bir uçtan giren elektronlar diğer uçtan hızlanmış olarak çıkıyor (a). Her biri yaklaşık 2 mikrometre yüksekliğindeki sütunların yukarıdan (b) ve yandan (c) görünüşü. Aralıklı olarak dizilmiş sütunlar hem elektronların kanalın dışına çıkmasına engel oluyor hem de elektronlara enerji aktarılmasına aracılık ediyor.

Gelecekte derinin altına girerek belirli bir bölgedeki kanser hücrelerinin DNA'sını parçalayan minyatür elektron hızlandırıcılar geliştirilebilir. Ayrıca bu çip üstü parçacık hızlandırıcıların kuantum hesaplamalarda ve malzeme bilimi araştırmalarında da yararlı olması bekleniyor.

Geliştirilen cihazların elektronlara aktardığı toplam enerji devasa parçacık hızlandırıcılarınkine kıyasla çok küçük kalsa da bu durum aslında hızlandırıcıların kısa olmasından kaynaklanıyor. Elektronların her bir metre yol aldıklarında kazandıkları enerjiye bakıldığında, minyatür çipler ve günümüzün devasa parçacık hızlandırıcıları benzer değerlere sahip. Her iki tür hızlandırıcı da parçacıklara metre başına on milyonlarca elektron volt enerji aktarabiliyor. Minyatür hızlandırıcıları geliştiren araştırmacılar, gelecekte bu değerleri metre başına milyarlarca elektron volta çıkarmayı planlıyor. ■

Tuzlu Sudan Enerji Üreten Nanoteknolojik Cihaz



Mahir E. Ocak

Tuzlu sularda çözülmüş tuz miktarı tatlı suya kıyasla çok daha yüksektir. Tuzlu su ile tatlı su karşılaştırıldığında, tuzlu sudaki iyonlar içinde buldukları yüksek yoğunluklu ortamdan düşük yoğunluklu ortama akmaya başlar. Bu elektrik yüklü iyonların taşıdığı enerjiyi toplamak ve kullanmak mümkündür.

Urbana-Champaign'deki Illinois Üniversitesinden bir grup araştırmacı, tuzlu su ile tatlı su arasındaki tuzluluk farkından yararlanarak, iyonların hareketlerinden enerji toplayan bir cihaz tasarladı. Dr. Mingye Xiong ve arkadaşları tarafından

yapılan araştırmanın sonuçları *Nano Energy*'de yayımlandı.

Nanometre (metrenin milyarda biri) ölçeğindeki cihazın temel çalışma ilkesi, cihazda bulunan kanaldan akan iyonların cihazın içindeki elektrik yüklerini sürüklemesine ve böylece iyonların taşıdığı enerjinin bir kısmının cihaza aktarılmasına dayanıyor. Bilgisayar benzetimleri, iyonların içinde akacağı kanalın yeteri kadar dar olması durumunda cihazda bir akım ortaya çıkabileceğini gösteriyor. Ayrıca iyonların kütesinin

cihazdaki elektrik yüklerine kıyasla çok daha büyük olması, cihazda ortaya çıkan akımın kanalın içinden akan akıma kıyasla çok daha yüksek olmasına yol açıyor.

Araştırmacılar tasarladıkları cihazlardan oluşan bir diziden elde edilecek güç yoğunluğunun güneş gözelerinininkine karşılaştırılabilecek düzeyde olacağını tahmin ediyor. Böyle bir cihaz, tuzlu su ve tatlı su arasındaki tuzluluk farkından yararlanarak enerji elde etmek için kullanılabilir. Ayrıca bu cihazlardan sensörler geliştirmek için de yararlanılabilir. ■

